

Wuppertal Institut
für Klima, Umwelt, Energie
GmbH

Energieeffiziente Produktion – Chancen für die Wirtschaft bei der Umsetzung der Energiewende

Prof. Dr. Peter Hennicke

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie

**Vortragsreihe „Energieeffiziente Produktion – Forschung und Praxis“
des Spitzentechnologieclusters eniProd**

Chemnitz, 11. 7. 2013

Das Wuppertal Institut

Arbeiten für angewandte Nachhaltigkeitsforschung

- Präsident: Prof. Dr. Uwe Schneidewind
- Vizepräsident und Prokurist: Prof. Dr. Manfred Fishedick
- Kaufmännische Geschäftsführerin: Brigitte Mutert-Breidbach
- Gründung: 1991 unter der Leitung von Prof. Dr. Ernst Ulrich von Weizsäcker (-2000), gefolgt von Prof. Dr. Peter Hennicke (-2008)
- Rechtsform: gemeinnützige GmbH, Non-Profit-Organisation
- Eigentümer: Land Nordrhein-Westfalen
- Personal: ca. 200 Beschäftigte, multidisziplinär
- Projekte: ca. 150 -170 Projekte pro Jahr
- Budget 2010:
2.8 Mio. Euro Landesförderung (Aufstockung ab 2010)
> 9 Mio. Euro von Drittmittelgebern
(von UN, EU, Ministerien, Wirtschaft, NGOs)
- Gemeinsames Tochterunternehmen von UNEP und WI

UNEP/WI Collaborating Centre on
Sustainable Consumption and
Production (CSCP)



Die Präsidenten des WI



Hauptsitz
Wuppertal

Berliner Büro



Forschungsansätze des Wuppertal Instituts

Ein Zyklus zur Unterstützung gesellschaftlicher Transformation

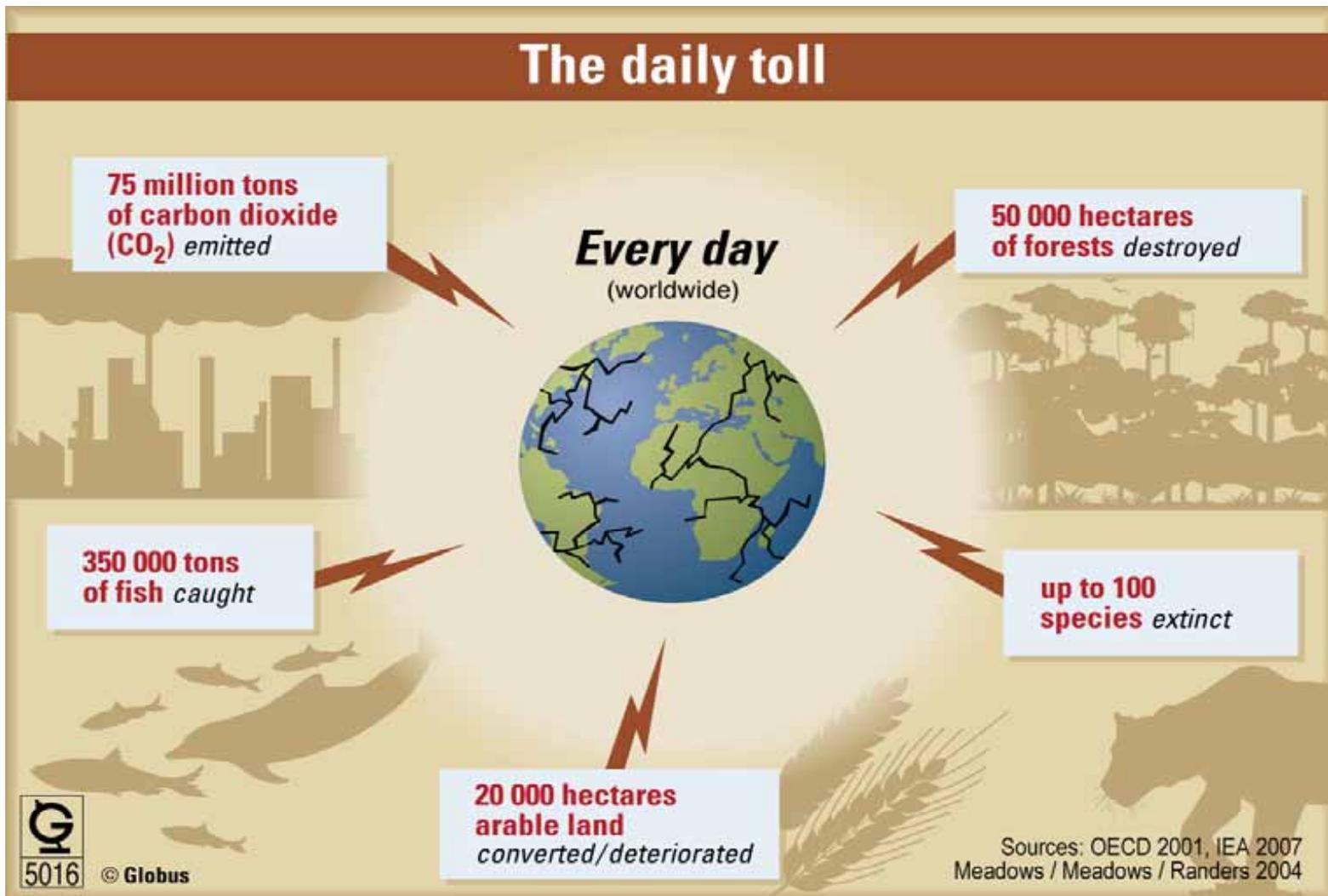


Sechs Thesen

1. Die Energiewende ist **ein Generationenvertrag**, der seinen Namen verdient: die heutige Generation schafft und finanziert eine risikofreiere und bezahlbare Energiezukunft für Kinder und Enkel
2. Für die Energiewende gibt es **kein historische Beispiel**: Grundlegende technische, soziale und politische Innovationen sind entscheidende Erfolgsfaktoren
3. Die Forcierung der Energieeffizienz ist die wichtigste **Bedingung** für ausreichenden Klima- und Ressourcenschutz sowie für den wirtschaftlichen Strukturwandel zu erneuerbaren Energien
4. Umfangreiche „**prinzipiell wirtschaftliche Potentiale**“ sind vorhanden, aber sie sind wg. der Vielzahl von Hemmnissen und Marktversagen nur durch ein weiter entwickeltes Policy Mix realisierbar
5. Mehr **System- und Kreislaufdenken** und **Politikintegration** sind nötig für a) Invention, Innovation und Diffusion, b) Prozess- und Wertschöpfungsketten und c) nachhaltige Produktions- und Konsummuster
6. Die Komplexität des Markts für Energiedienstleistungen und die Eindämmung von Rebound Effekten erfordert quantifizierte Leitziele und **gesamtgesellschaftliche Prozessverantwortlichkeit**

Indikatoren der ökologischen Krise

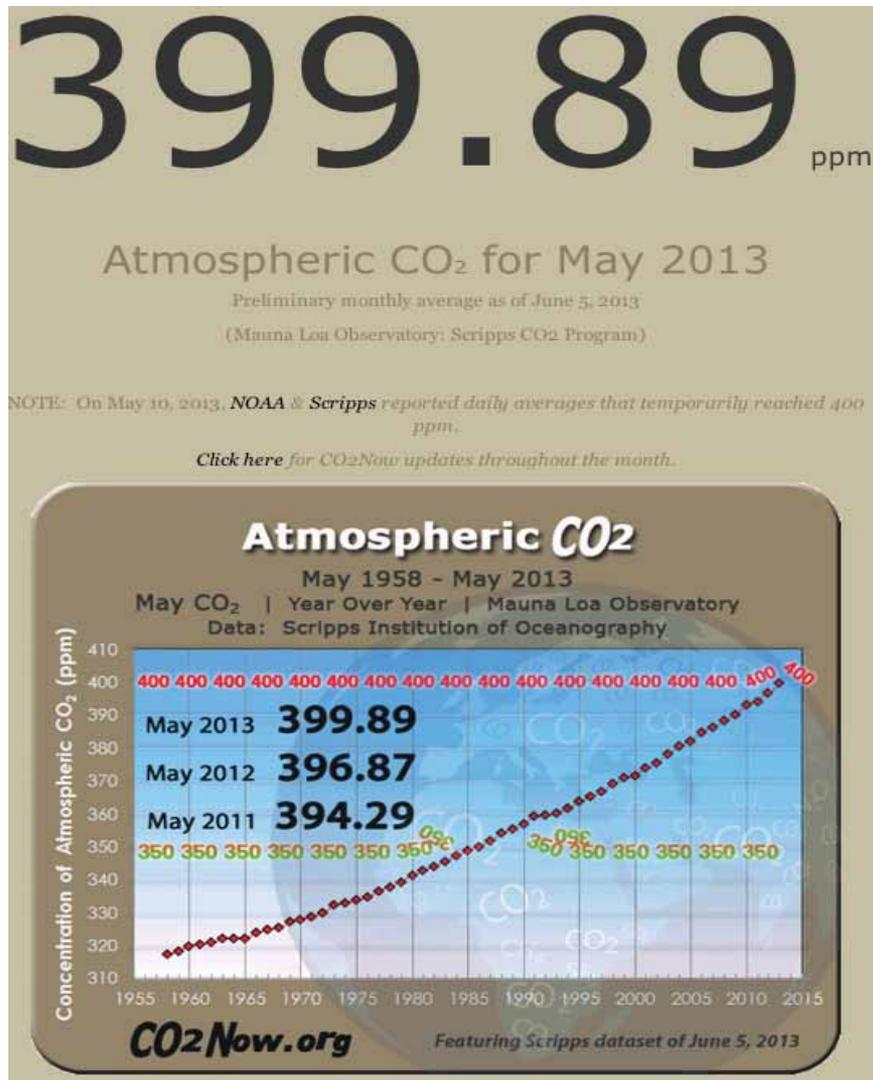
Wirtschaftskrisen lösen innerhalb “Planetarischer Grenzen”!



Source: Rockström et al, in: Nature 2009

Die alarmierendste Zahl des Jahres 2013

Eurokrisen sind reparabel, aber der Klimawandel ist unumkehrbar



Im Jahr 2012 stiegen die weltweiten CO₂-Emissionen auf die Rekordhöhe von 31,6 Mrd. Tonnen

Die Welt ist weiterhin auf Katastrophenkurs von 4 - 5,3 Grad C Temperaturplus bis 2100

in D: Anstieg um 2,2% (2012),
in UK: Anstieg um 4,5% (2012)

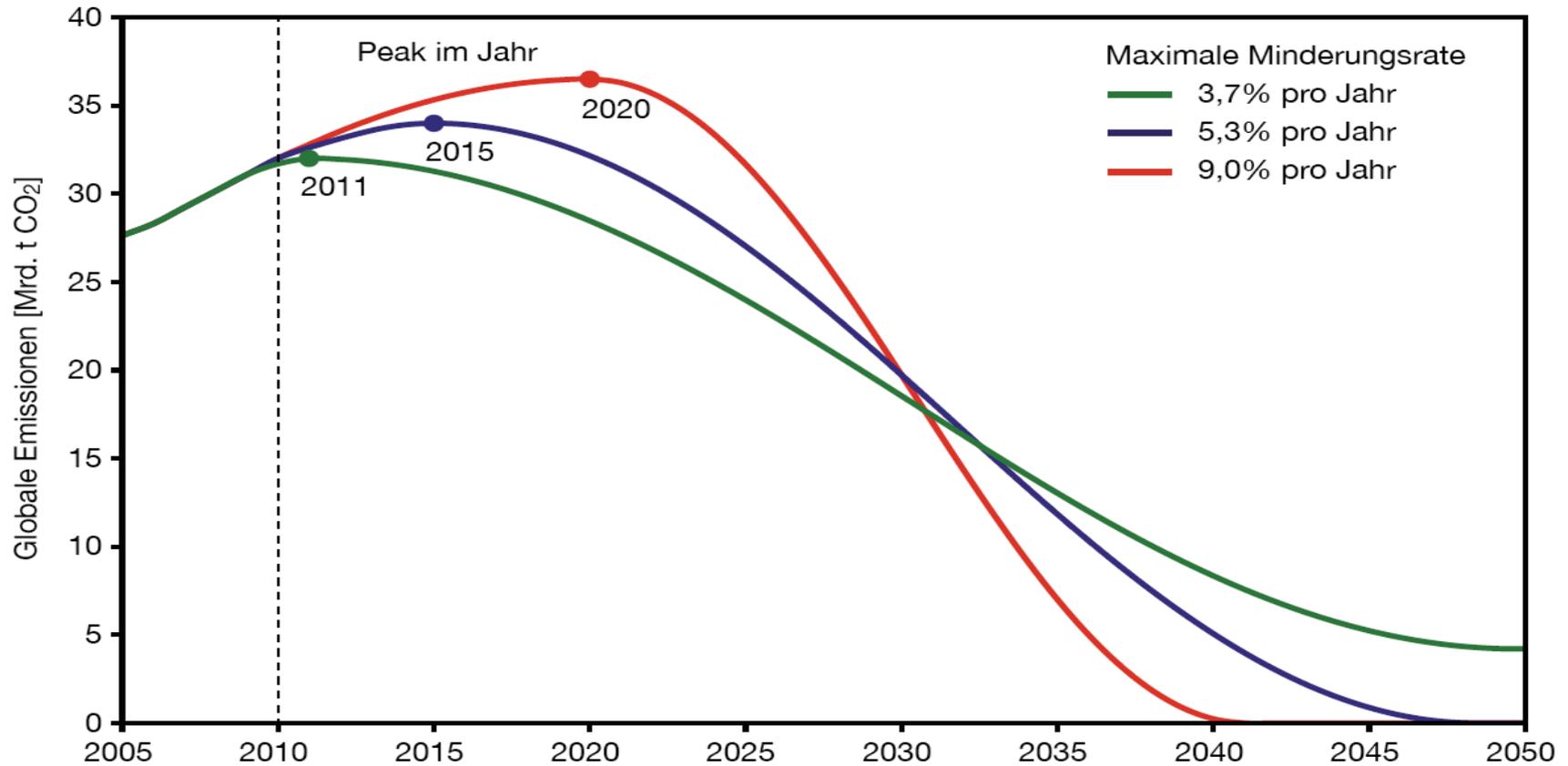
Das 2°C-Ziel der Weltgemeinschaft rückt in weite Ferne

Ein Hoffnungsschimmer:

- in China: Anstieg auf 3,8% halbiert (gegenüber 2011)
- in USA: Rückgang auf das Niveau Mitte der 90er Jahre

Notwendige globale CO₂-Emissionsminderung/Jahr für eine maximale Temperaturerhöhung von 2°C

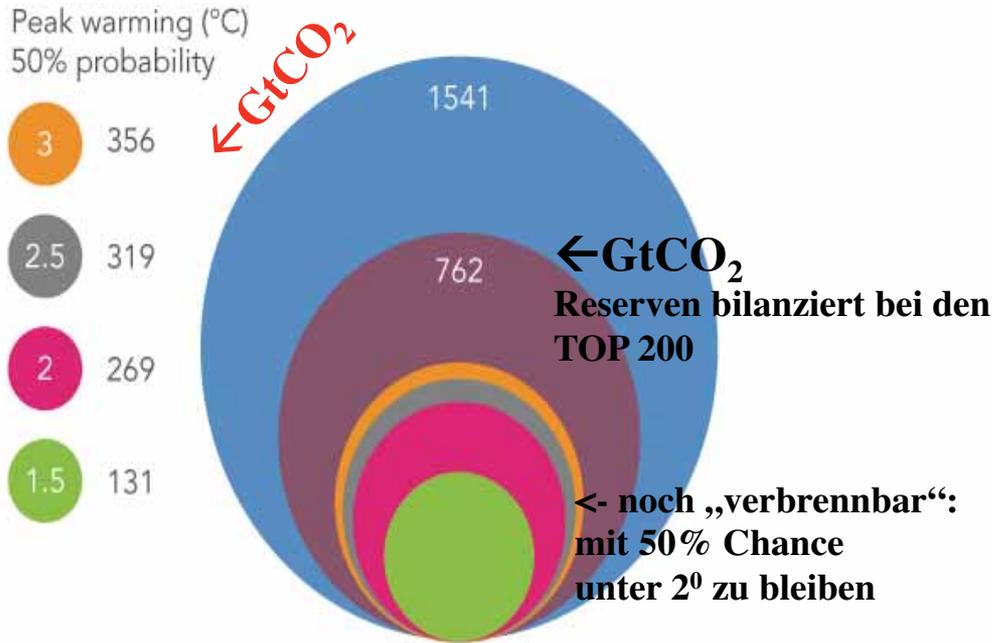
Das emittierte CO₂-Gesamtbudget und der Zeitfaktor sind entscheidend!



Global 750 Gt CO₂ in 2010-2050; 67% Chance für 2°C ←

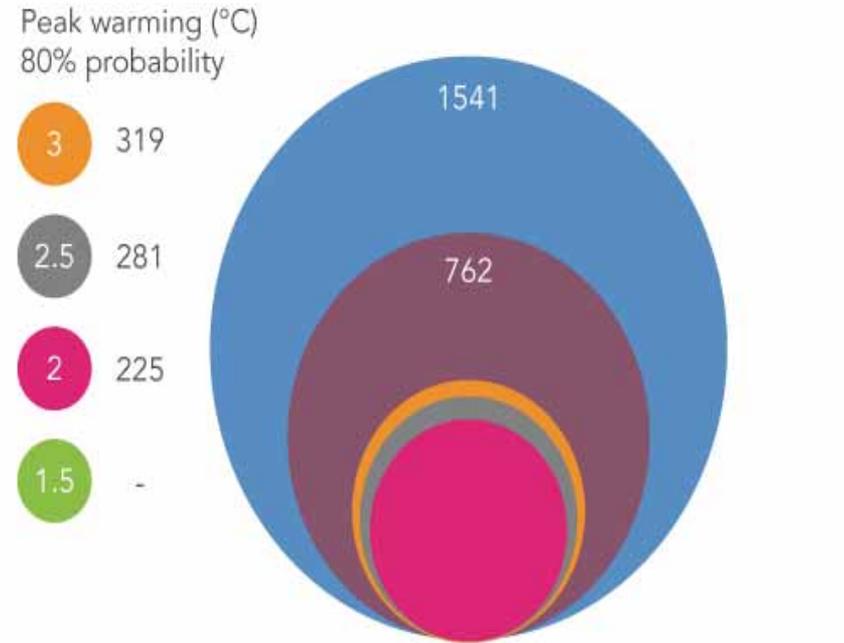
2/3 der bilanzierten fossilen Reserven der TOP 200 - „unverbrennbar“, wenn die Welt unter dem 2°-Ziel bleiben möchte!

Comparison of listed reserves to 50% probability pro-rata carbon budget



Potential listed reserves Current listed reserves

Comparison of listed reserves to 80% probability pro-rata carbon budget

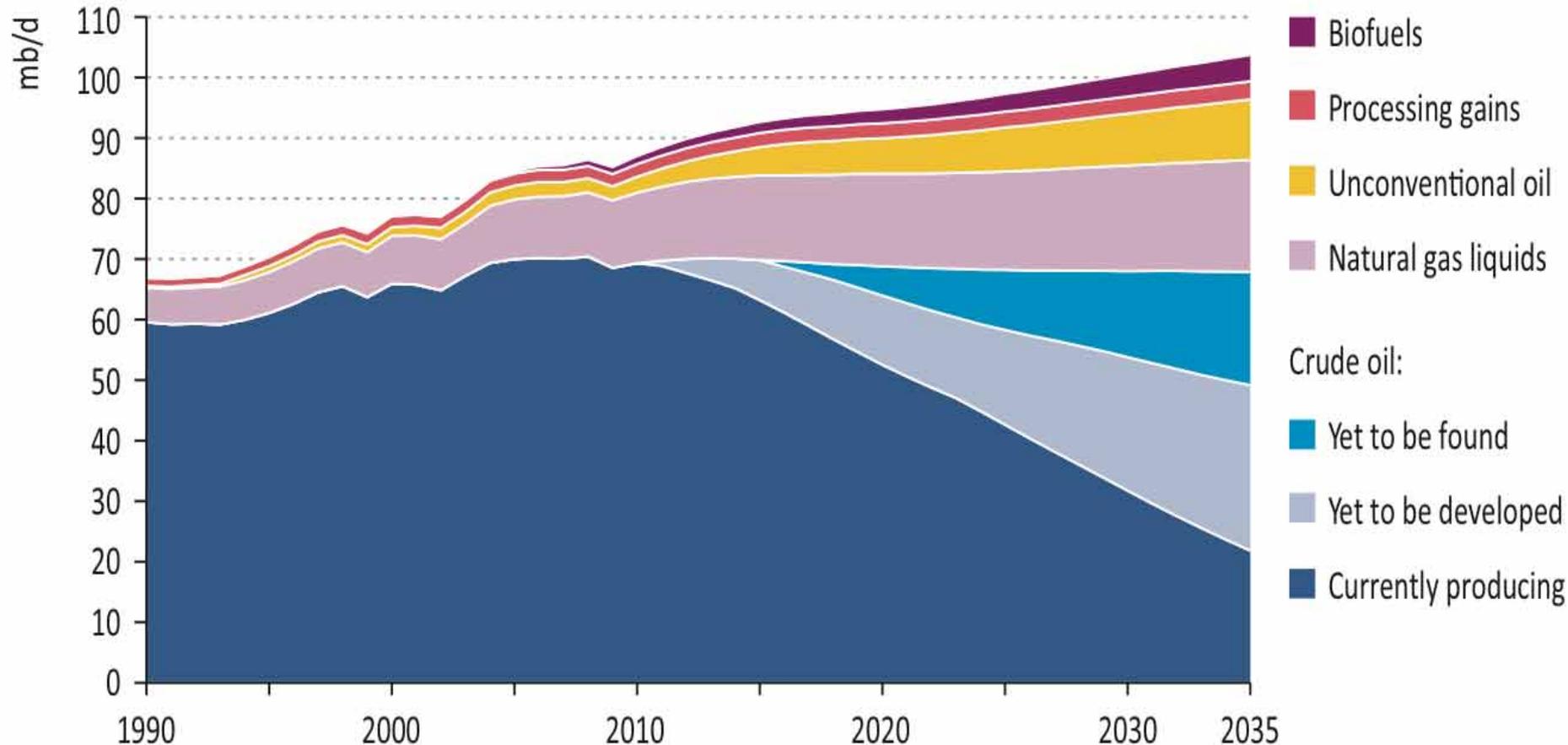


© Carbon Tracker & Grantham Research Institute, LSE 2013

**Wie weit entfernt ist der „Peak of Oil“?
In jedem Fall zu spät für den Klimaschutz!**

IEA: „Peak of Oil“ (currently producing) in 2008 erreicht

Der „zukünftige Rest“ ist riskant, schmutzig, teuer... (nach: New Policies Scenario 2008)

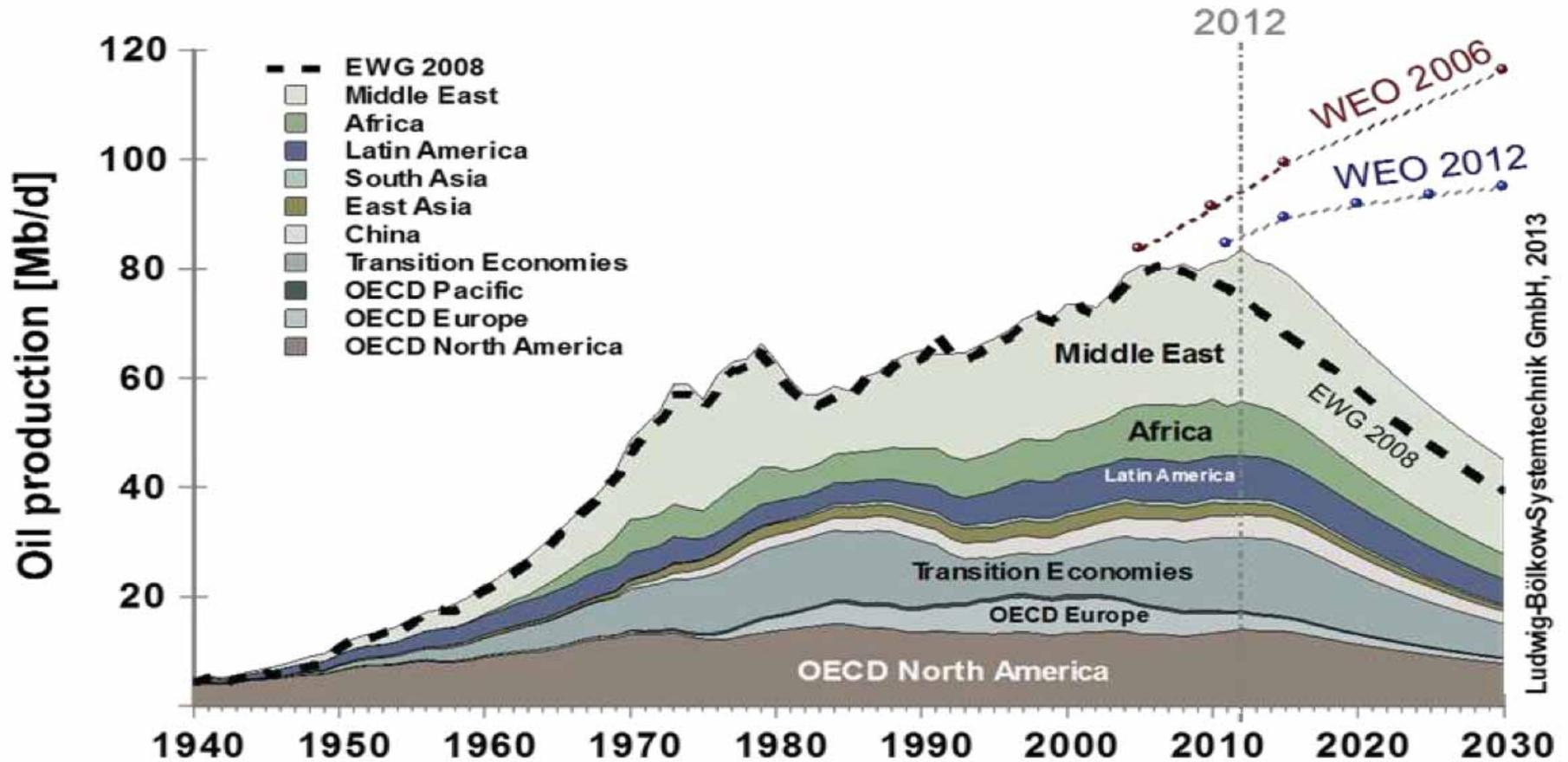


11. See *WEO-2008* for detailed analysis of field decline rates (IEA, 2008).

Sinkendes globales Ölangebot ab 2012?

Nach Energy Watch Group (EWG) 2013 im Vergleich zu WEO 2006/ 2012

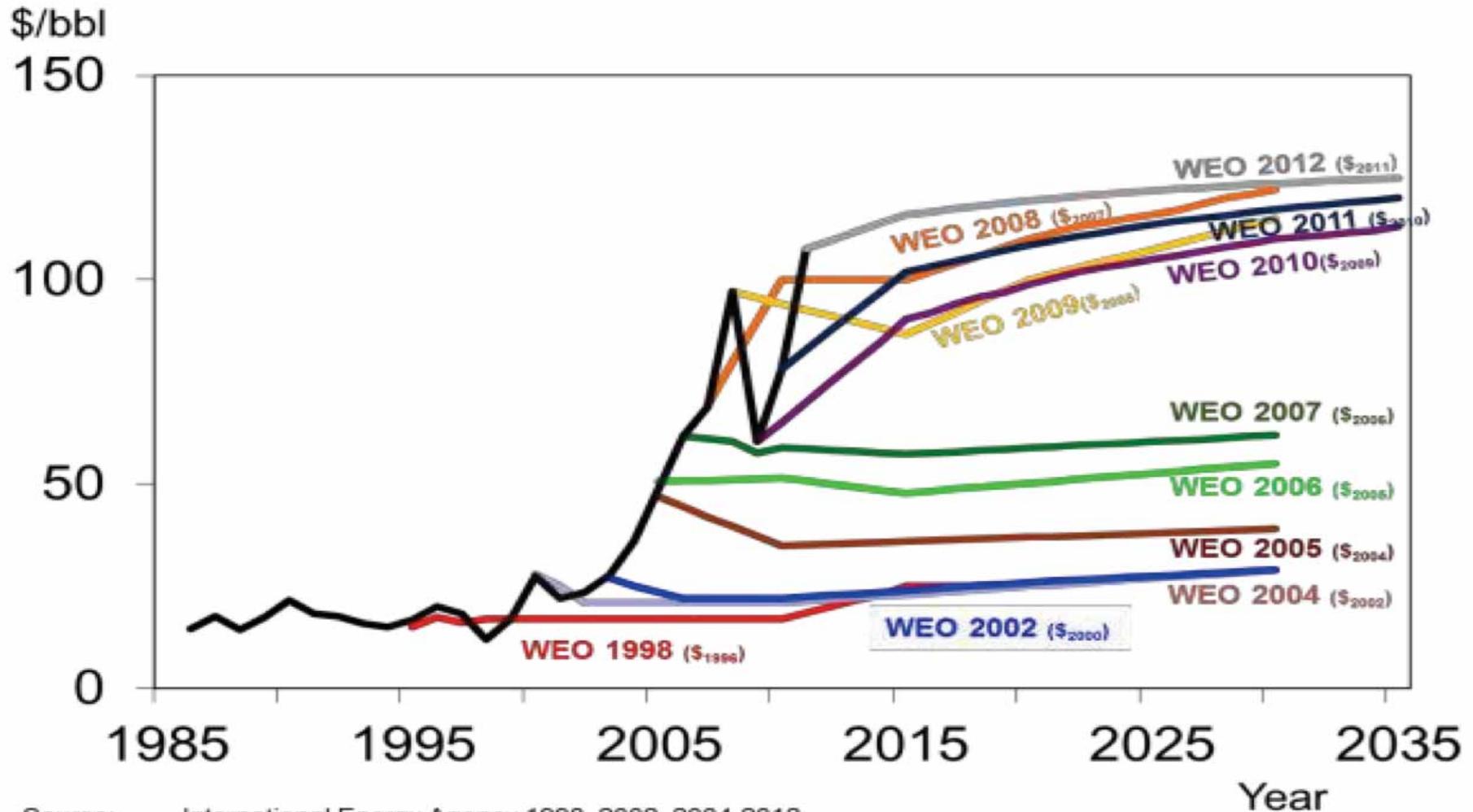
„According to our study, coal and gas production will reach their respective production peaks around 2020. The combined peak of all fossil fuels will occur a few years earlier and will almost coincide with the beginning decline of oil production“ (p.131)



Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, 2013

Steigende Ölpreise: Indikator der Ölverknappung

Annahmen über die Ölpreise gemäß WEO 1998-2012



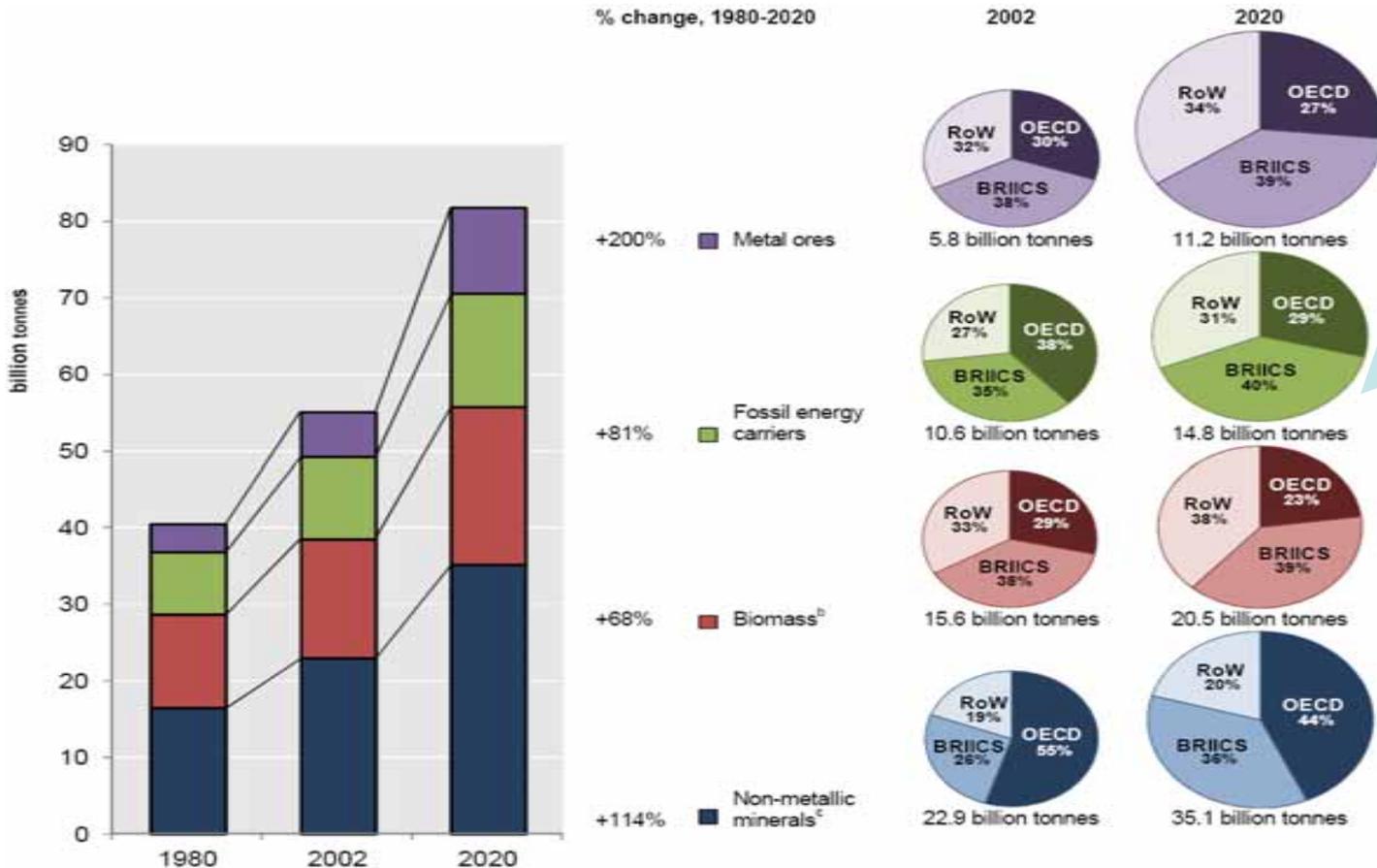
Source: International Energy Agency 1998, 2002, 2004-2012

Source: Zittel 2013

„Peak of Everything“?
**Schon *vor* einer physischen Verknappung
nimmt die Preisvolatilität zu**

“Business as usual” beim Ressourcenverbrauch?

Die Forcierung der Ressourcenproduktivität (z.B. Recycling) ist ein Muss!

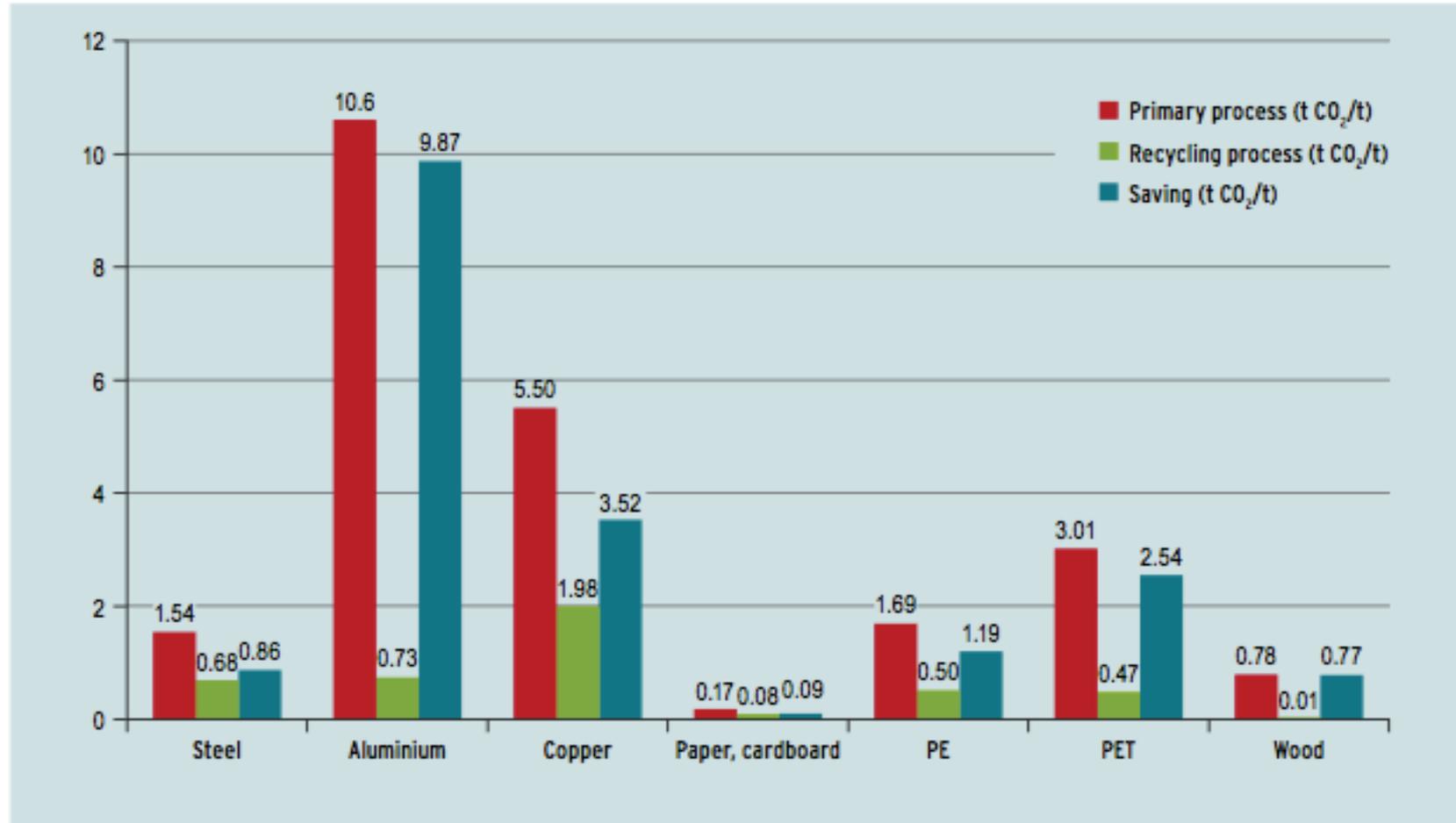


„99% of important high-tech metals are thrown away after use instead of being recycled. Only 18 metals have recycling quotas above 50%“

Source: UNEP 2011

Recycling von Massenmetallen – kann den Energieverbrauch und die CO₂ Emissionen drastisch reduzieren

(tonne CO₂ per tonne input – base year 2007)

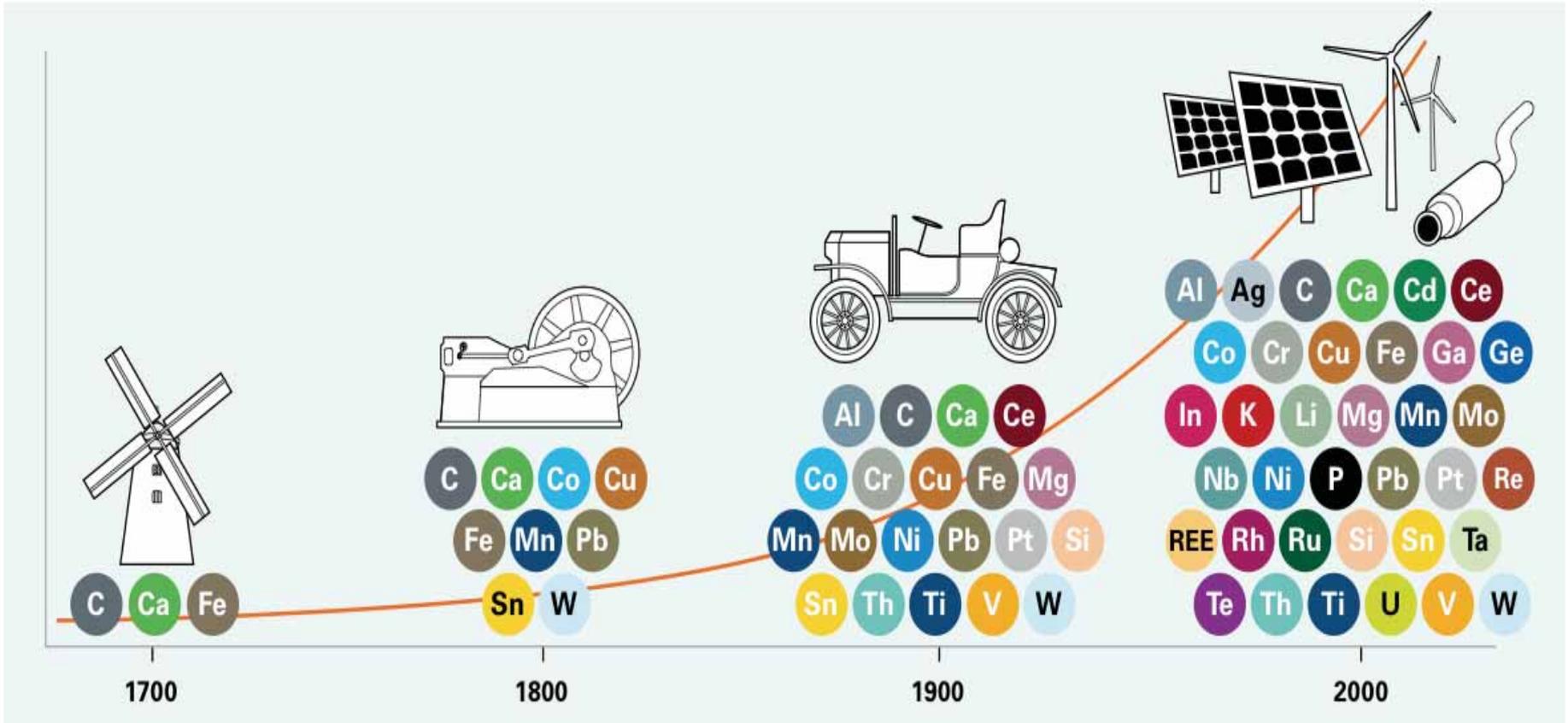


Source: Fraunhofer (2008)

Moderne Technik nutzt immer komplexere Materialien

Die Dissipation macht völlig geschlossene Kreisläufe unmöglich

Statt 12 (1980) heute 60 Metalle in ICT-Technologien!



Quelle: Uni Augsburg 2011

Kurze Reichweiten bei “kritischen Metallen”...

notwendig für IK-Technologien, Batterien, Erneuerbare, Katalysatoren...

timeline	Metal
Short-term (within next 5 years) + rapid demand growth + serious supply risks + moderate recycling restrictions	Tellurium Indium Gallium
mid-term (till 2020) + rapid demand growth and + serious recycling restrictions or + moderate supply risks + moderate recycling restrictions	Rare earths Lithium Tantalum Palladium Platinum Ruthenium
Long-term (till 2050) + moderate demand growth + moderate supply risks + moderate recycling restrictions	Germanium Cobalt

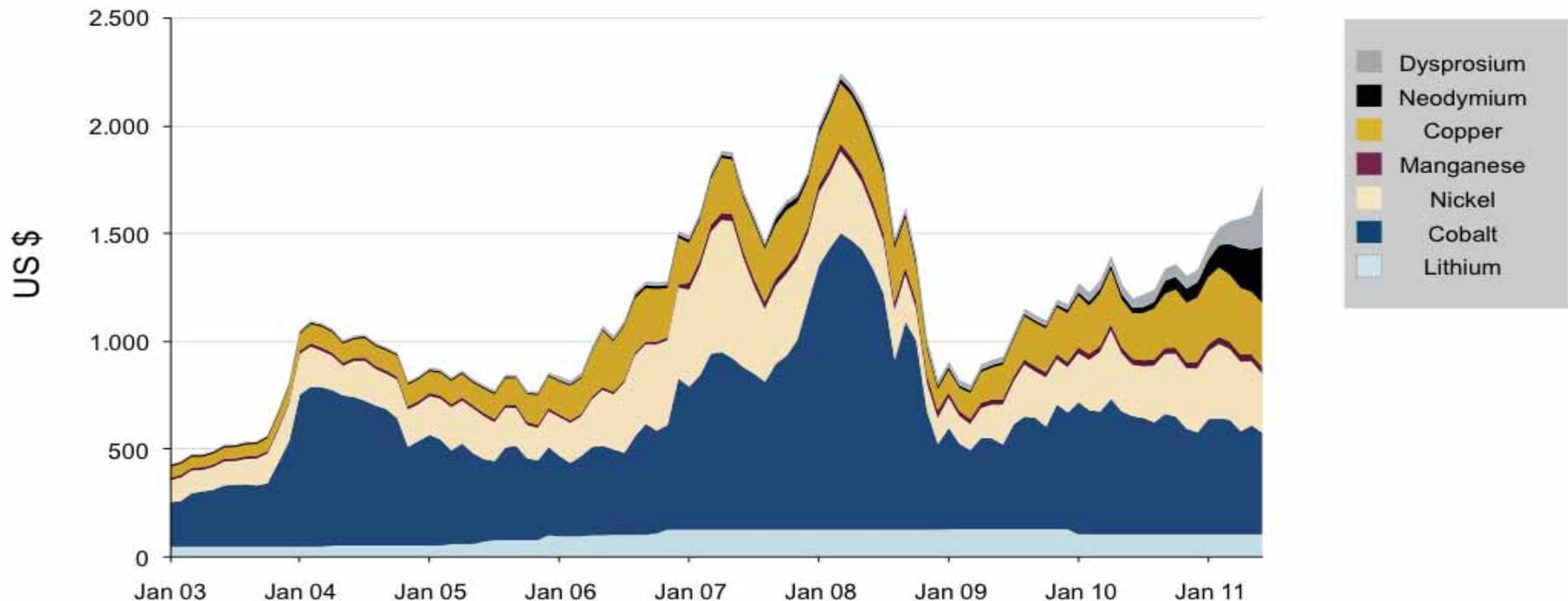
„...there is increasing evidence that resources in general, or at least some specific resources, may become quite scarce in the coming years“

Source: T. E. Graedel, Yale University 2008

Preisvolatilitäten, die Unternehmen beunruhigen

VOLKSWAGEN
AKTIENGESELLSCHAFT

Rohstoffkosten für Li-Ionen-Batterie und E-Maschine für ein E-Fahrzeug

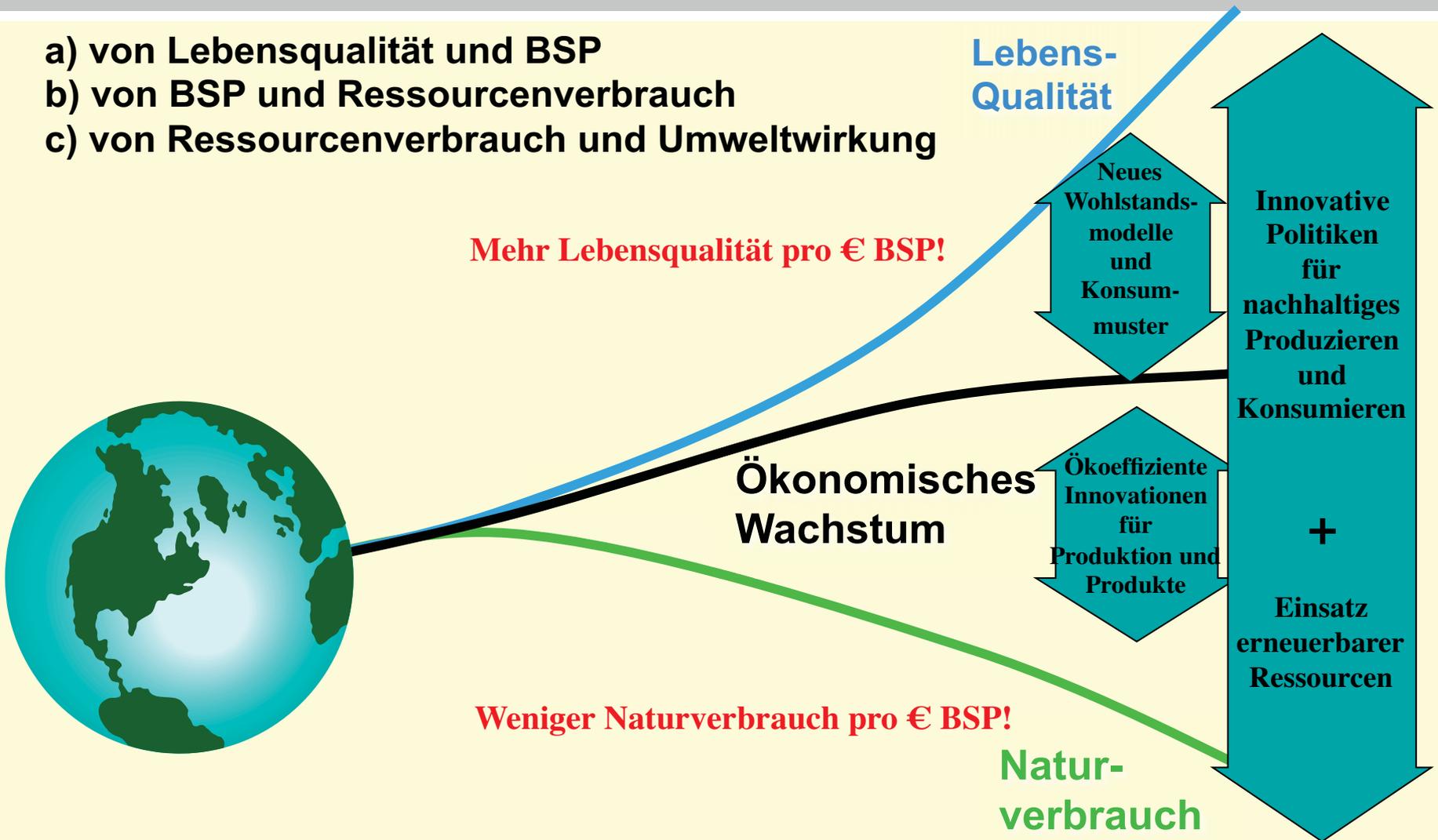


**Hohe Volatilität;
Kobalt war wesentlicher Kostenfaktor, Kosten für Seltene Erden haben signifikant zugenommen**

Notwendige Bedingung für eine "Green Economy":

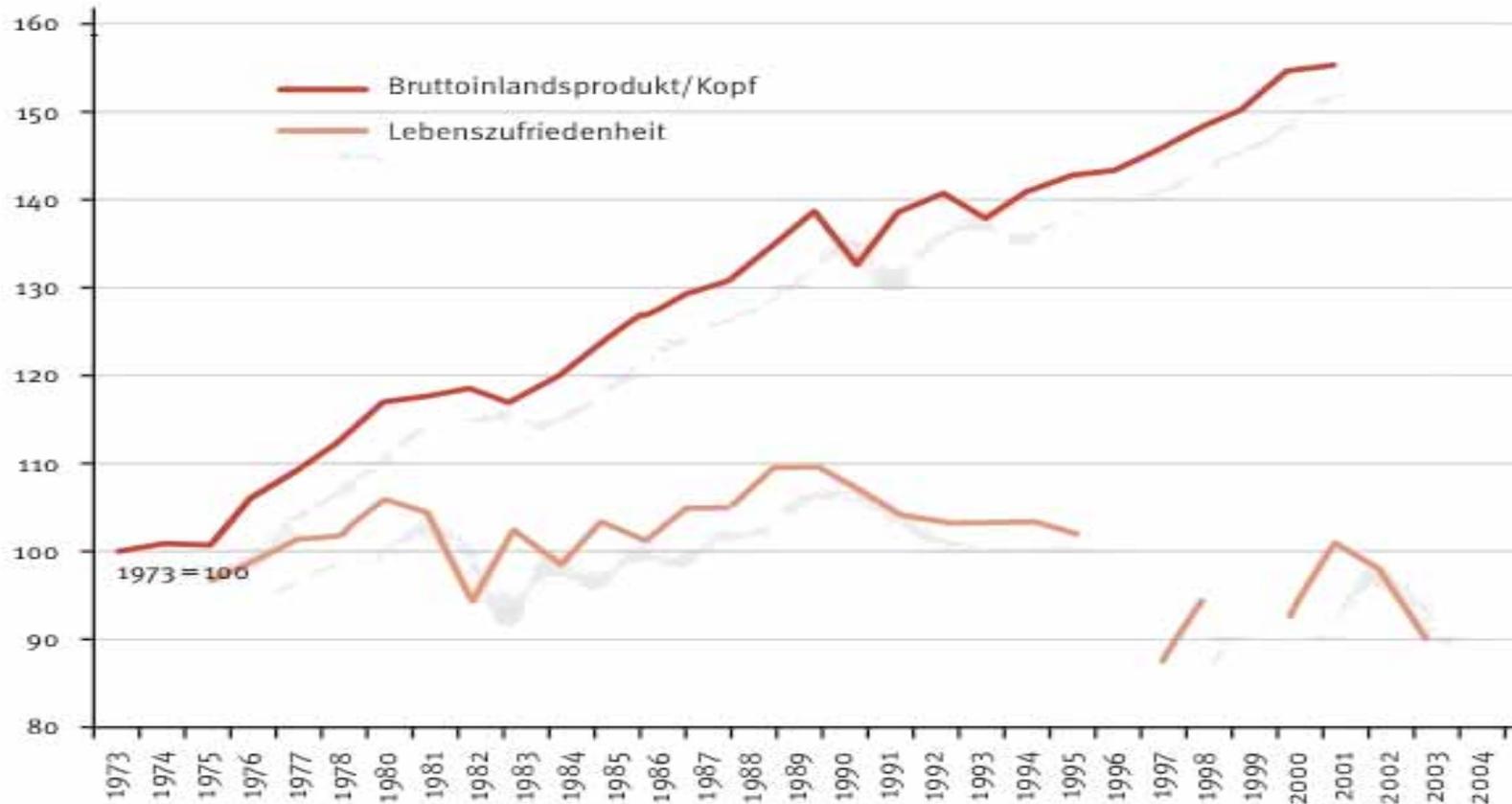
Drei kombinierte Strategien zur **absoluten** Entkopplung

- a) von Lebensqualität und BSP
- b) von BSP und Ressourcenverbrauch
- c) von Ressourcenverbrauch und Umweltwirkung



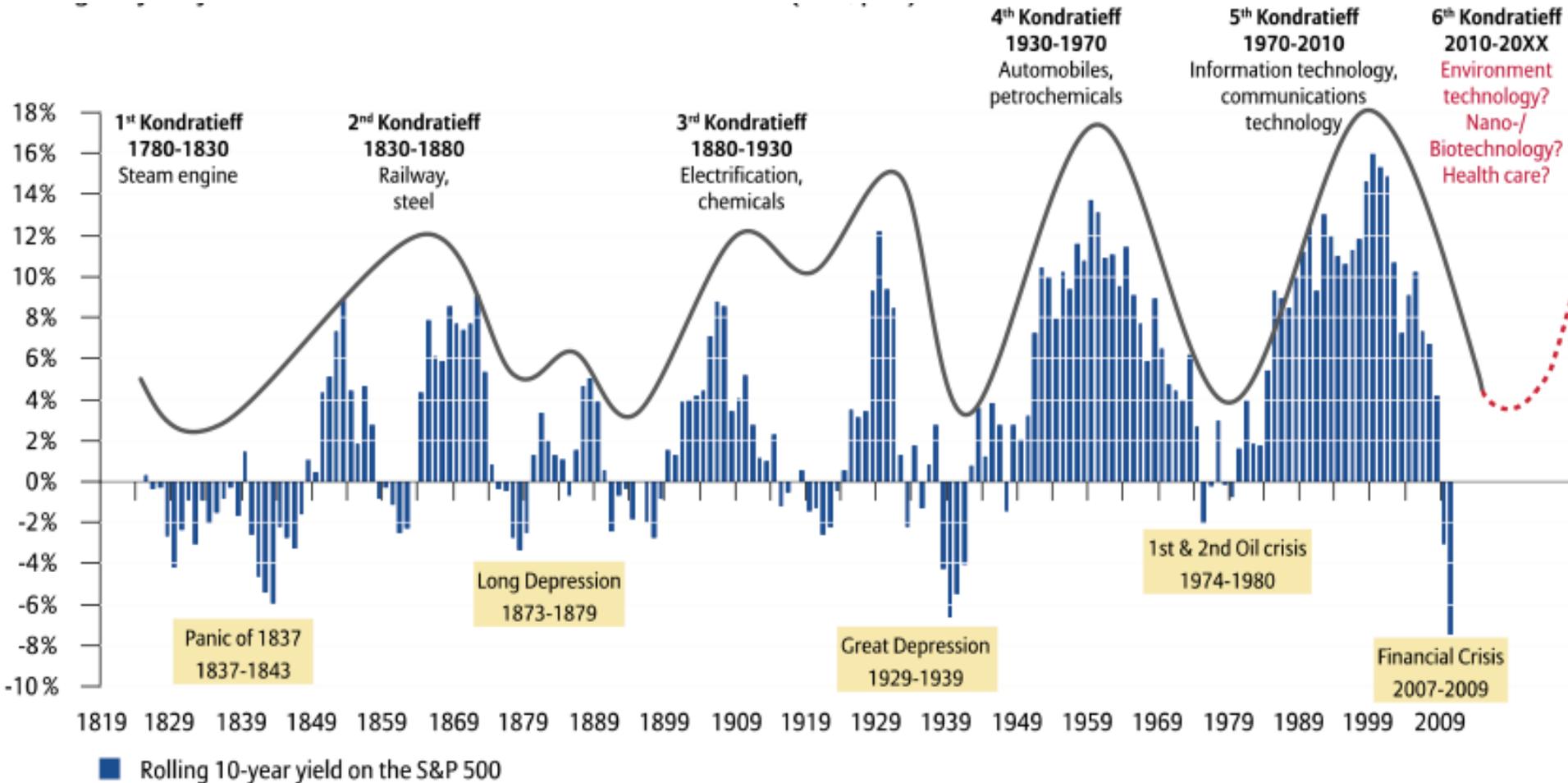
„Perverse Entkopplung“ in OECD-Ländern

Beispiel Deutschland: BIP wächst - Lebenszufriedenheit stagniert!



Quelle: Wuppertal Institut 2009

Ein „6. Kondratieff“ gegen die Verknappung der Natur? Nötig wäre ein säkularer Paradigmenwechsel zu natursparendem Fortschritt!

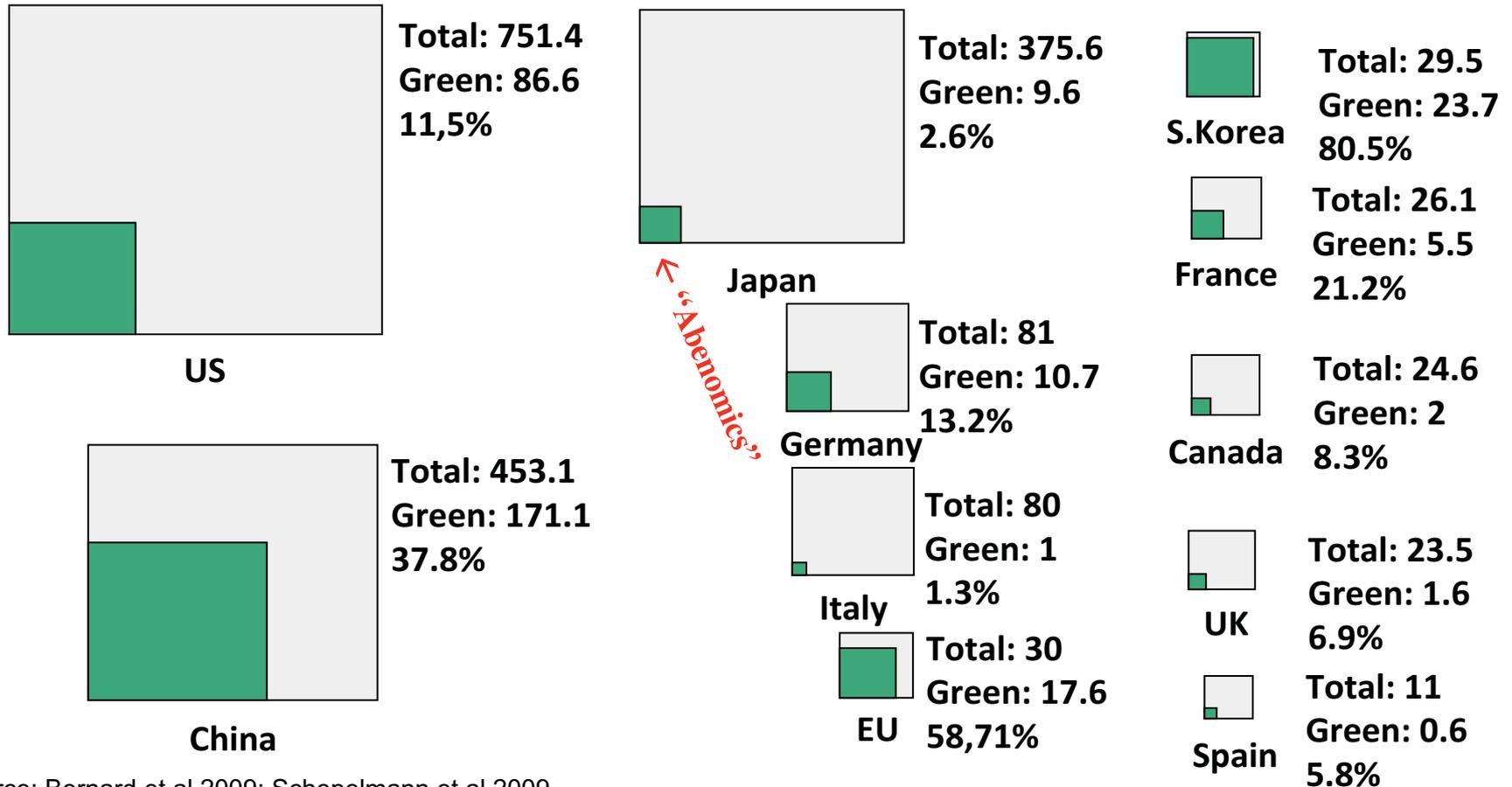


Source: Datastream; Illustration: Allianz Global Investors Capital Market Analysis

Source: Allianz Global Investors, 2010

Weltwirtschaftskrise - die Politik reagiert "keynesianisch", aber die Chancen zur ökologischen Modernisierung wenig genutzt!

„Grüner Anteil“ an den Konjunkturprogrammen 2008/2009



Source: Bernard et al 2009; Schepelmann et al 2009

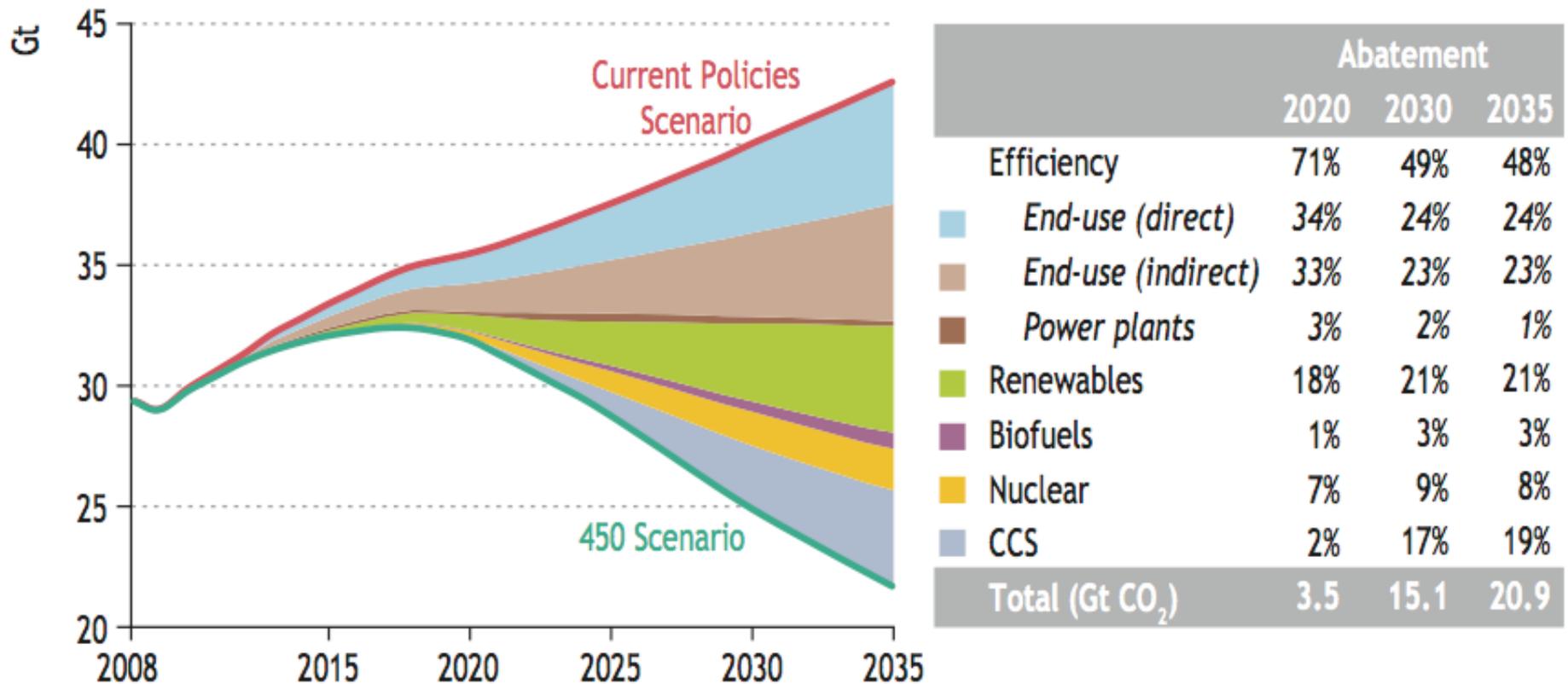
Ressourcen- und Klimaschutz – allein durch Technik?

„Humanity can solve the carbon and climate problem in the first half of this century simply by scaling up what we already know to do“

(Pacala / Socolow 2004, Princeton University, USA).

World Energy Outlook 2010: Effizienz = 50% der Lösung...

... unter welchen sozioökonomischen Bedingungen umsetzbar?



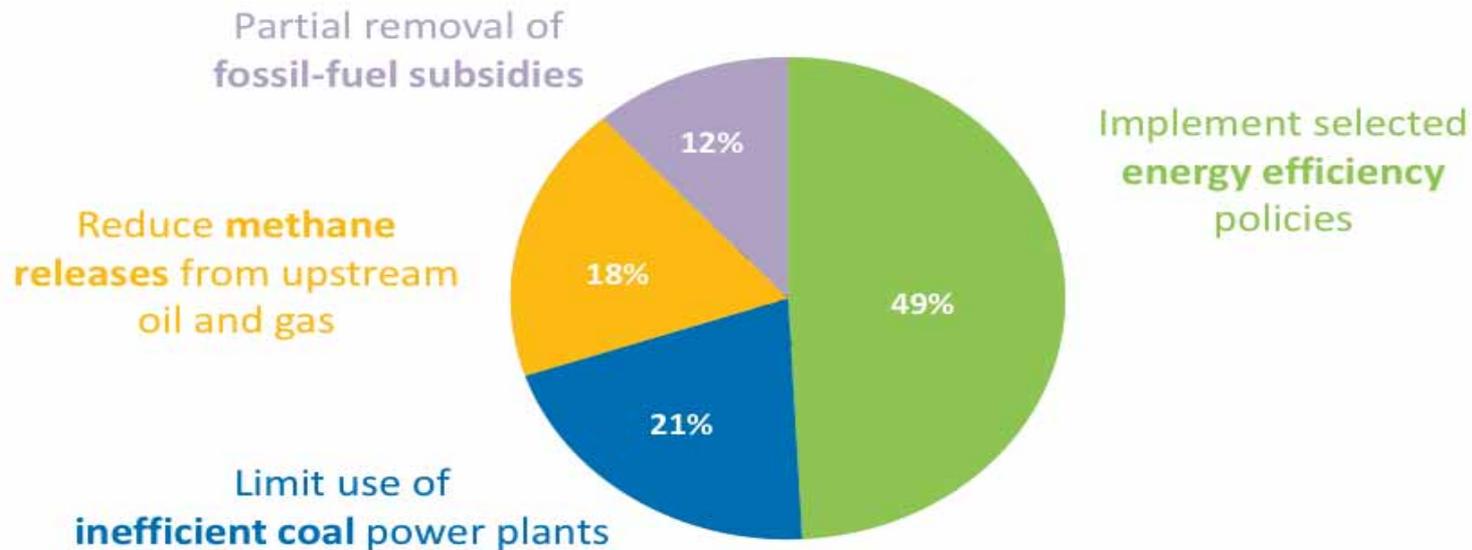
Source: IEA/OECD, 450 ppm CO₂eq scenario to achieve 2° target, 2010

IEA 2013: Die Effizienzrevolution sichert den 2°C Pfad: Ohne konsequente Umsetzungsstrategie nur eine Beruhigungspille!

Four measures can stop emissions growth by 2020

WORLD
ENERGY
OUTLOOK
Special
Report

Emissions savings in the 4-for-2 °C Scenario, 2020



Four measures can stop the growth in emissions by 2020 at no net economic cost, reducing emissions by 3.1 Gt, 80% of the savings required for a 2 °C path

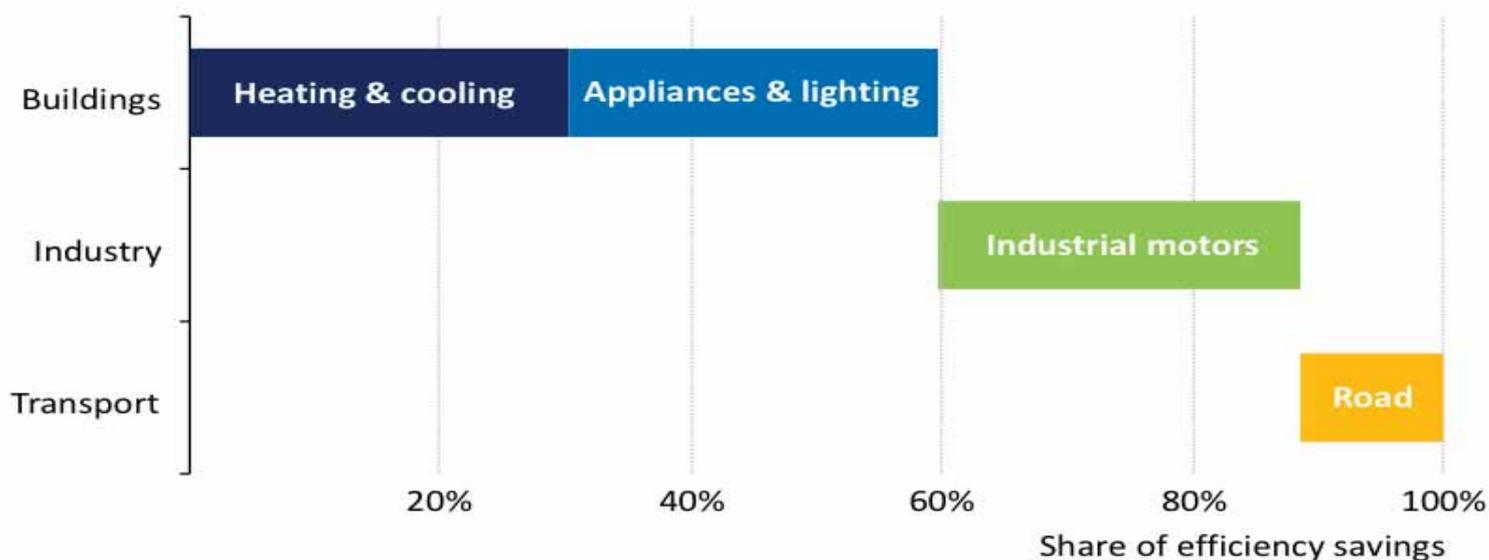
Vier Effizienzstrategien, um bis 2020 1,5 Gt CO₂ zu vermeiden

Aber wie werden diese technischen Strategien umgesetzt?

Measure 1: Improve energy efficiency

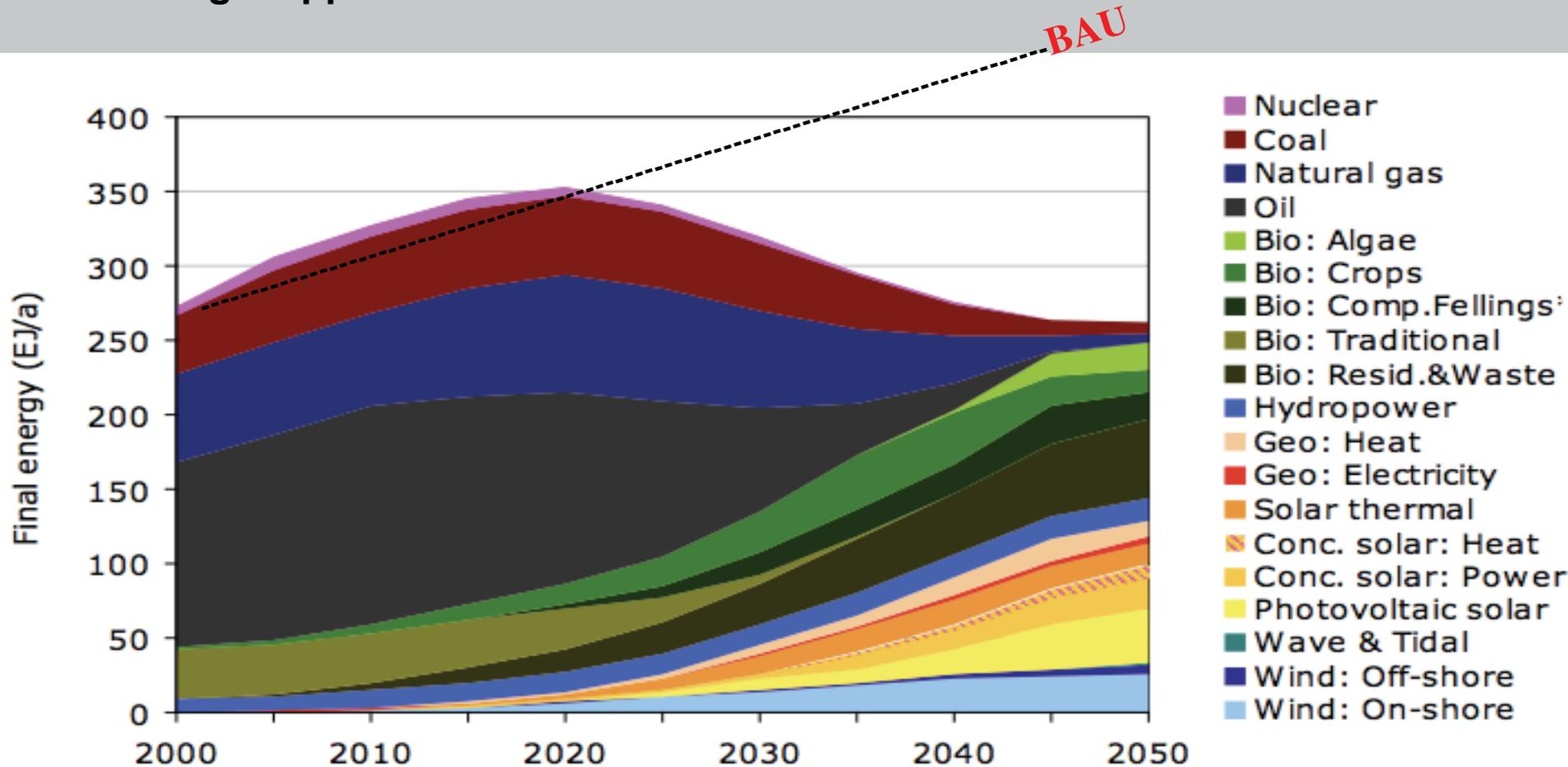
WORLD
ENERGY
OUTLOOK
Special
Report

Emissions savings in the 4-for-2 °C Scenario, 2020



Energy efficiency reduces emissions by 1.5 Gt, led by minimum energy performance standards – additional investment is more than offset by fuel bill savings

100% Erneuerbare Energien bis 2050 weltweit möglich aber nur gekoppelt mit einer Effizienzrevolution!



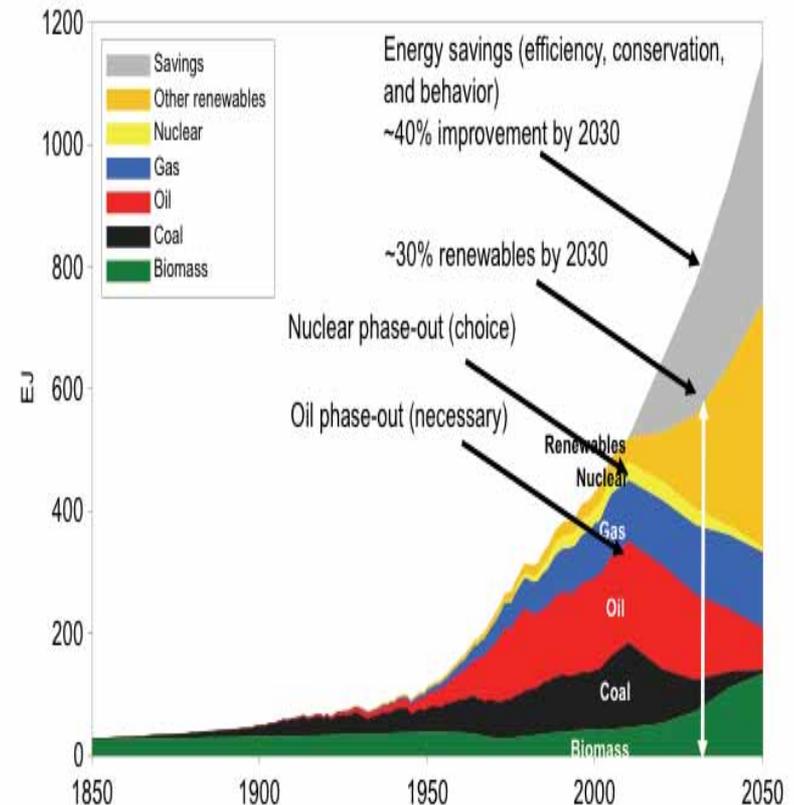
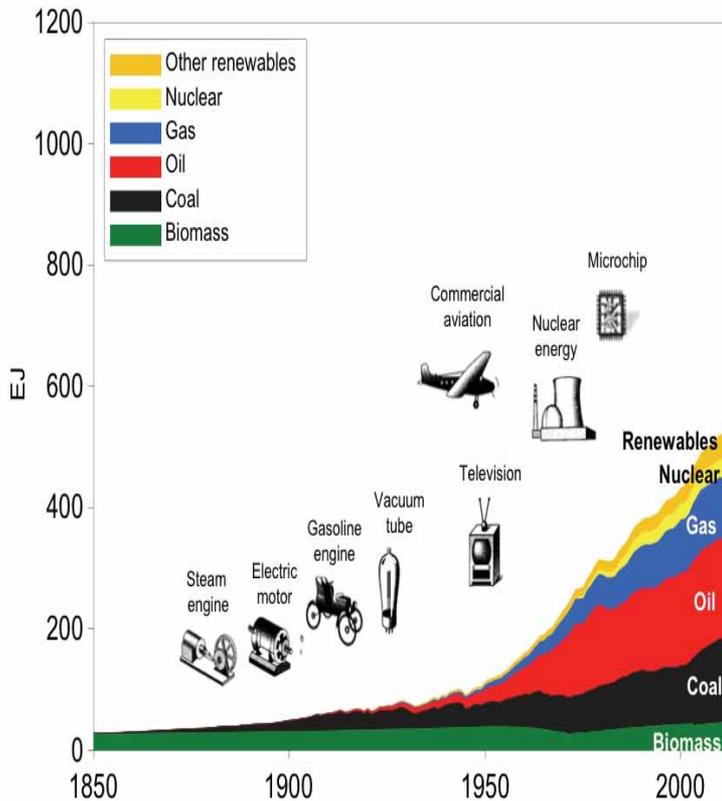
- In 2050 ist der Energieverbrauch 15 % geringer als in 2005; Atomausstieg; wenig CCS nach 2025/30
- Stromeinsatz so weit wie möglich; Bioenergie für LKW, Schiffe, Flugzeuge, Industrieprozesse
- Etwa im Jahr 2040 übersteigt die Kosteneinsparung die Investitionen

Source: WWF/Ecofys 2011

Die imposante Nachkriegsgeschichte von Öl und Auto

Aber: Hat das Umsteuern auf nachhaltige Mobilität ohne Öl begonnen?

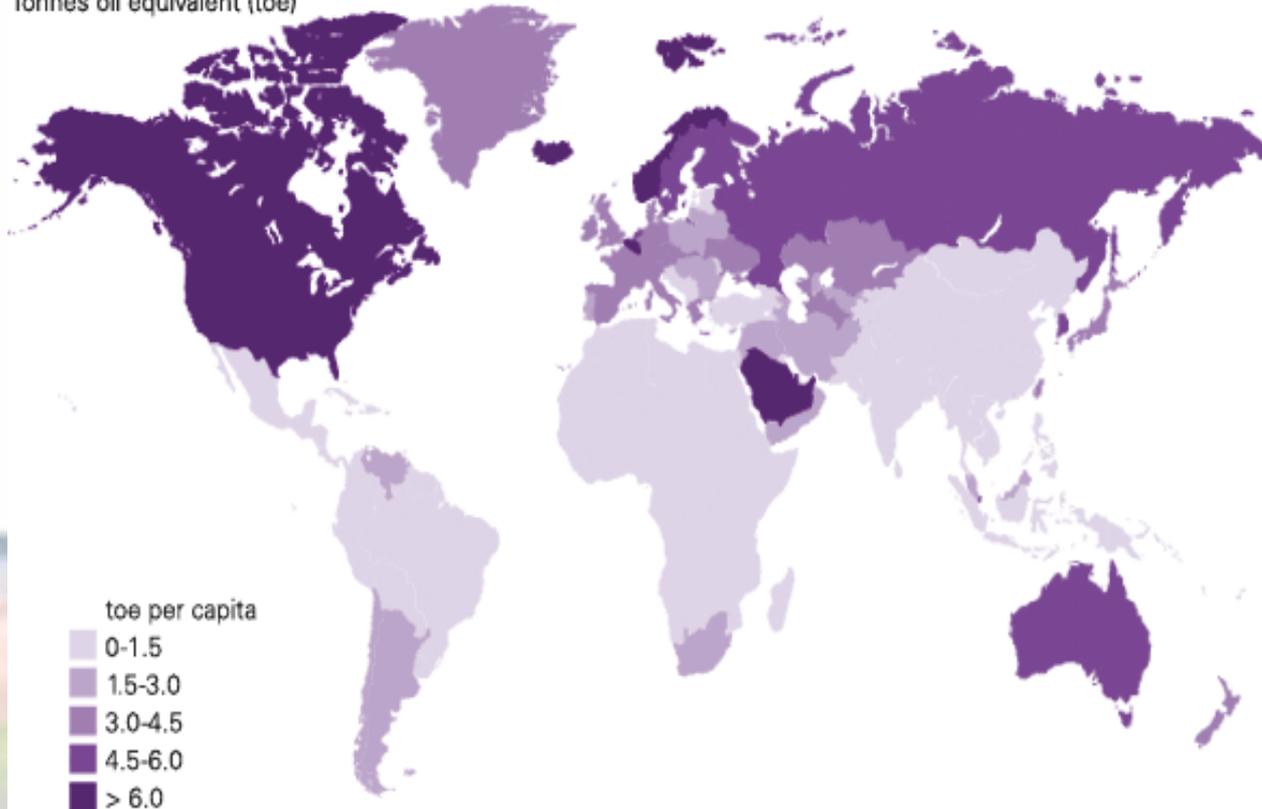
no CCS, no Nuclear



Source: GEA 2013; Riahi et al, 2011

Unser Mobilitätsmodell wäre weltweit ein Desaster!

Consumption per capita
Tonnes oil equivalent (toe)

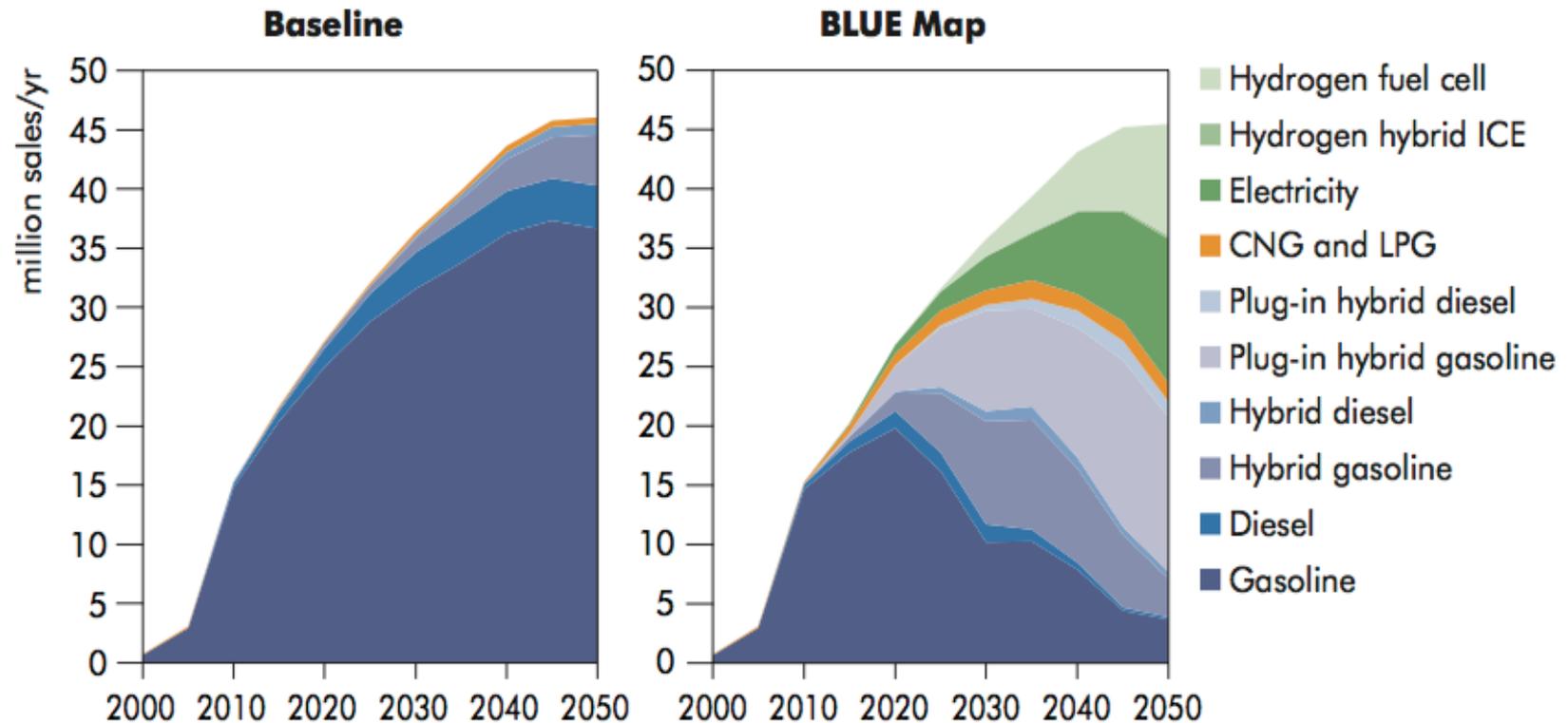


Würde der Autobesitz in China auf die Rate der USA steigen, würde China ca. 88 Millionen Barrel Öl pro Tag verbrennen - mehr als die derzeitige Weltölproduktion.

Weltweiter Energieverbrauch pro Kopf 2005

Wie fördern VW&Co die "Auto-Revolution" in China?

Verkaufsexplosion für "Autos des Zukunft" in China (nach IEA BLUE Map Szenario)



Source: IEA, Energy Technology Perspectives 2010

**Deutschland könnte das Leitbild für
eine globale Energiewende werden:
“Lean”, “Clean”, “Green”**

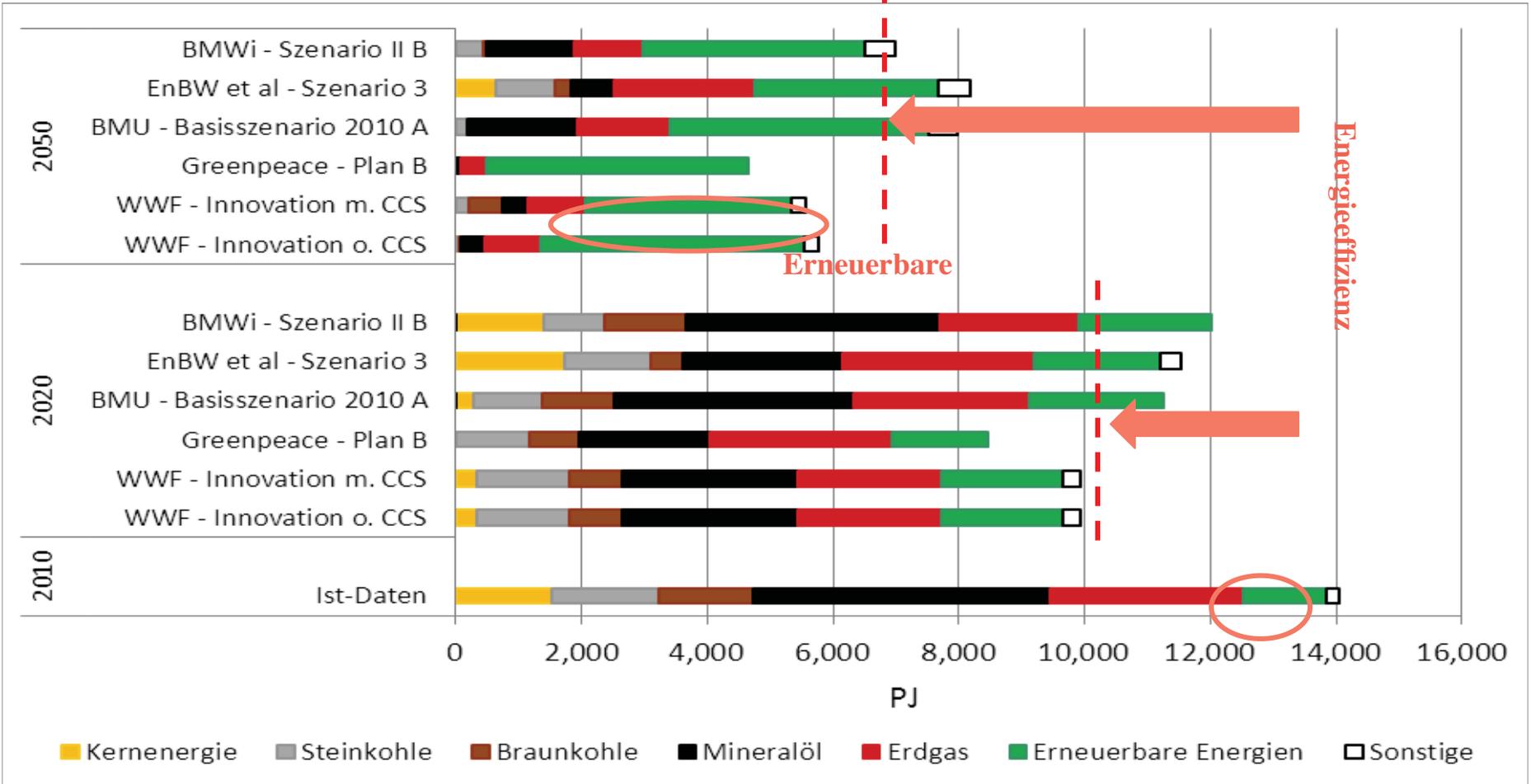
“Revolutionäre Ziele” (Bk Merkel) des Energiekonzepts der deutschen Bundesregierung vom 28.9.2010

„Wir können als Hochtechnologieland zeigen, dass der Umstieg machbar ist. Dann wird unser Beispiel Schule machen“ (Hermann Gröhe, CDU-Generalsekretär, FR, 13.5.2011)

Entwicklungspfade	2020	2030	2040	2050
CO₂-Emissionen	- 40%	- 55%	-70%	- 80 bis 95%
Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch	18%	30%	45%	60%
Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch	35%	50%	65%	80%
Primärenergieverbrauch [Basisjahr 2008] / Steigerung der Energieproduktivität um durchschn. 2,1%/a bezogen auf den Endenergieverbrauch	-20%			-50%
Stromverbrauch [Basisjahr 2008]	-10%			-25%
Erhöhung der Sanierungsrate für Gebäude pro Jahr von 1% auf 2% ; Reduktion Wärmeverbrauch				-80%
Reduktion des Energieverbrauchs im Verkehrsbereich [Basisjahr 2005]	-10%			-40%

Szenarien zukünftiger Primärenergie in Deutschland (in PJ)

Die Fachwelt hält die Energie(effizienz)revolution für (technisch) machbar



Quelle: Samadi 2011

Ist die Bundesrepublik Öko-Vorreiter?

FR-Interview mit Prof. Aiginger (WIFO/Wien)

„Der Schein trügt. In Sachen Ökologie ist Deutschland Mittelmaß...

Bei der **Energie-Effizienz** gab es seit dem Jahr 2000 **geringere Fortschritte** als in anderen Ländern, auch der Treibhausgas-Ausstoß ist langsamer gesunken. Insgesamt liegt **Deutschland im Umweltvergleich der 27 EU-Staaten auf Platz zehn.**

Bei der Wirtschaftsleistung pro Kopf belegt es den sechsten Platz. Gemessen an der Wirtschaftsleistung ist die Öko-Bilanz also nicht berauschend.

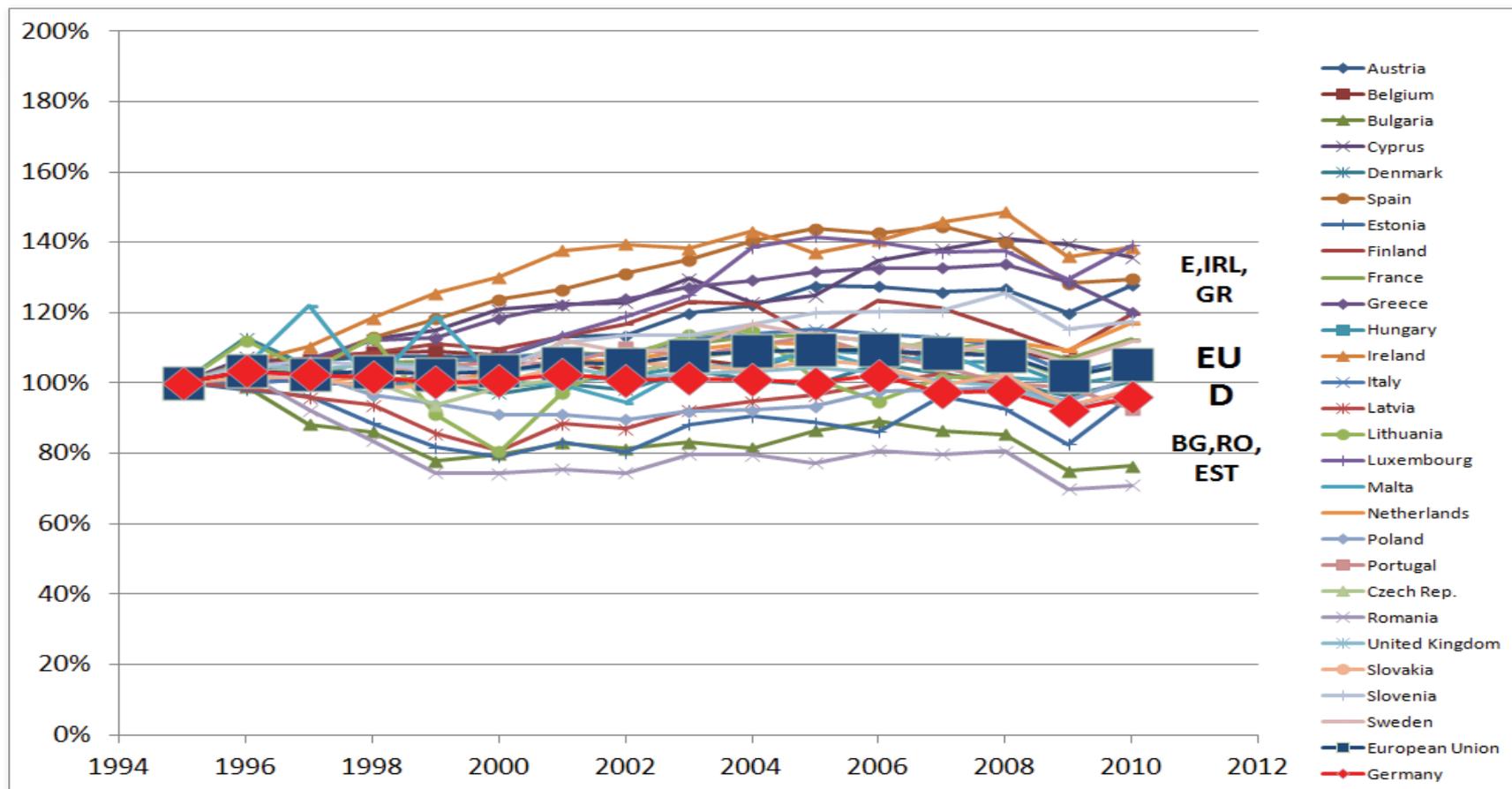
Und bei den alternativen Energien hat die Bundesrepublik zwar aufgeholt, liegt aber immer noch im Mittelfeld.

Mehr Investitionen in Umwelt-Technologien wären also schon angebracht.“

Frankfurter Rundschau vom 7. 1. 2013

Primärenergieverbrauch in Deutschland nahezu konstant

Kein Trendwechsel zur focierten absoluten Energieeinsparung!



Primary Energy Consumption in the EU Member States (1995=100%)

Source: Odyssee Energy Efficiency Indicators

(www.odyssee-indicators.org)

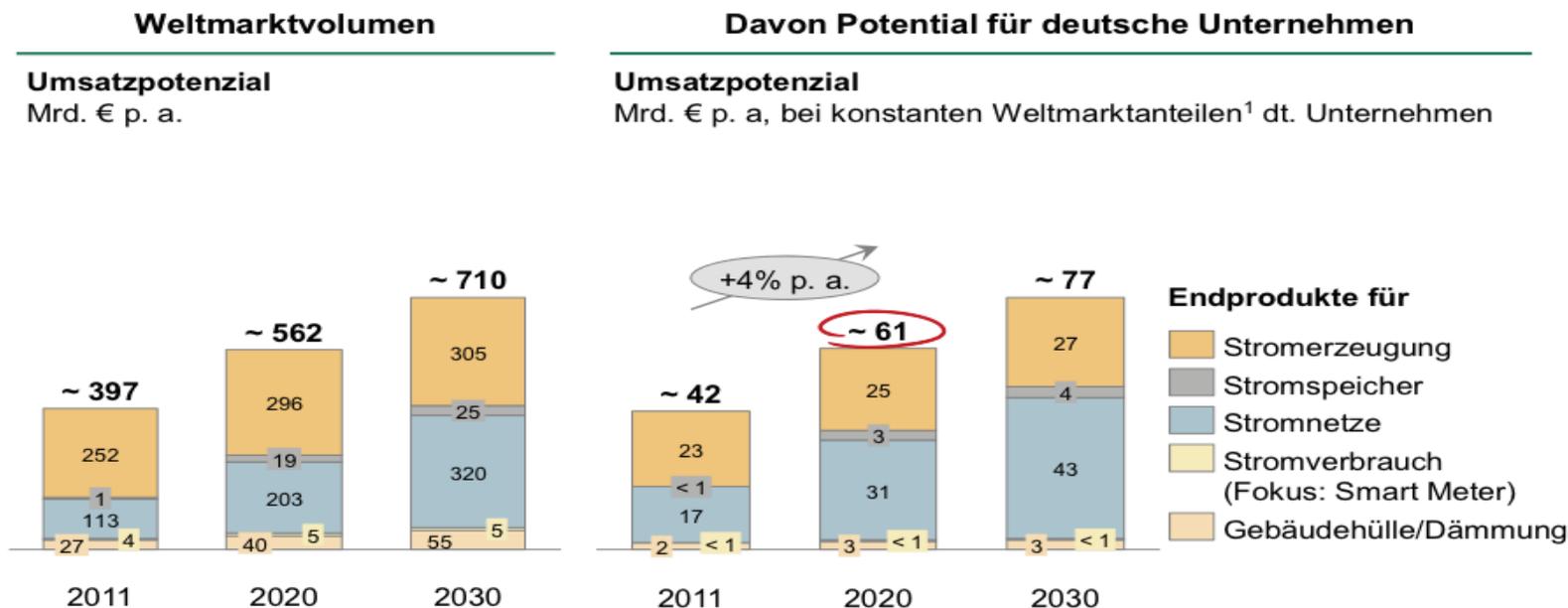
Quelle: Eichhammer 2012

Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende

BDI-Gutachter erwartet Umsatzchancen für die Wirtschaft

„Die Energiewende ist grundsätzlich machbar, auch zu vertretbaren Kosten“

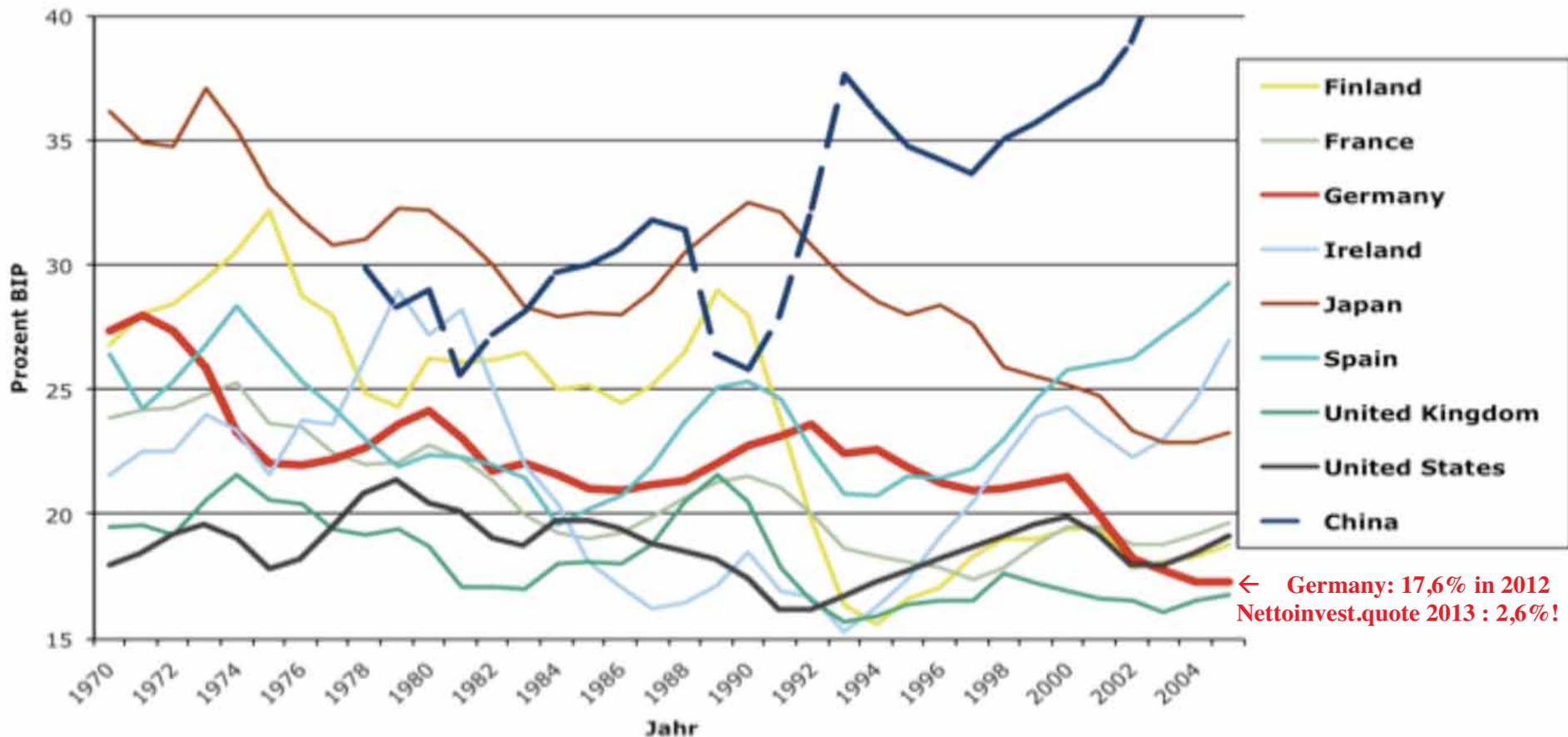
Umsatzchancen von mehr als € 60 Mrd. für deutsche Unternehmen in 2020 allein mit Endprodukten



1. Mit Ausnahme von Photovoltaik **Quelle:** Verschiedene Marktstudien (z. B. IEA WEO, DOE, BP, EPIA / Greenpeace, Bloomberg, DEWI, GWEC, GWS, DIW, EWEA, Irena, BTM Consult, Pike Research, Freedonia, Photon Research, Visiongain), Statistisches Bundesamt, BMWi, BCG

Investitionen in Klima- und Ressourcenschutztechniken würden die schwache deutsche Investitions- und Innovationsquote anheben!

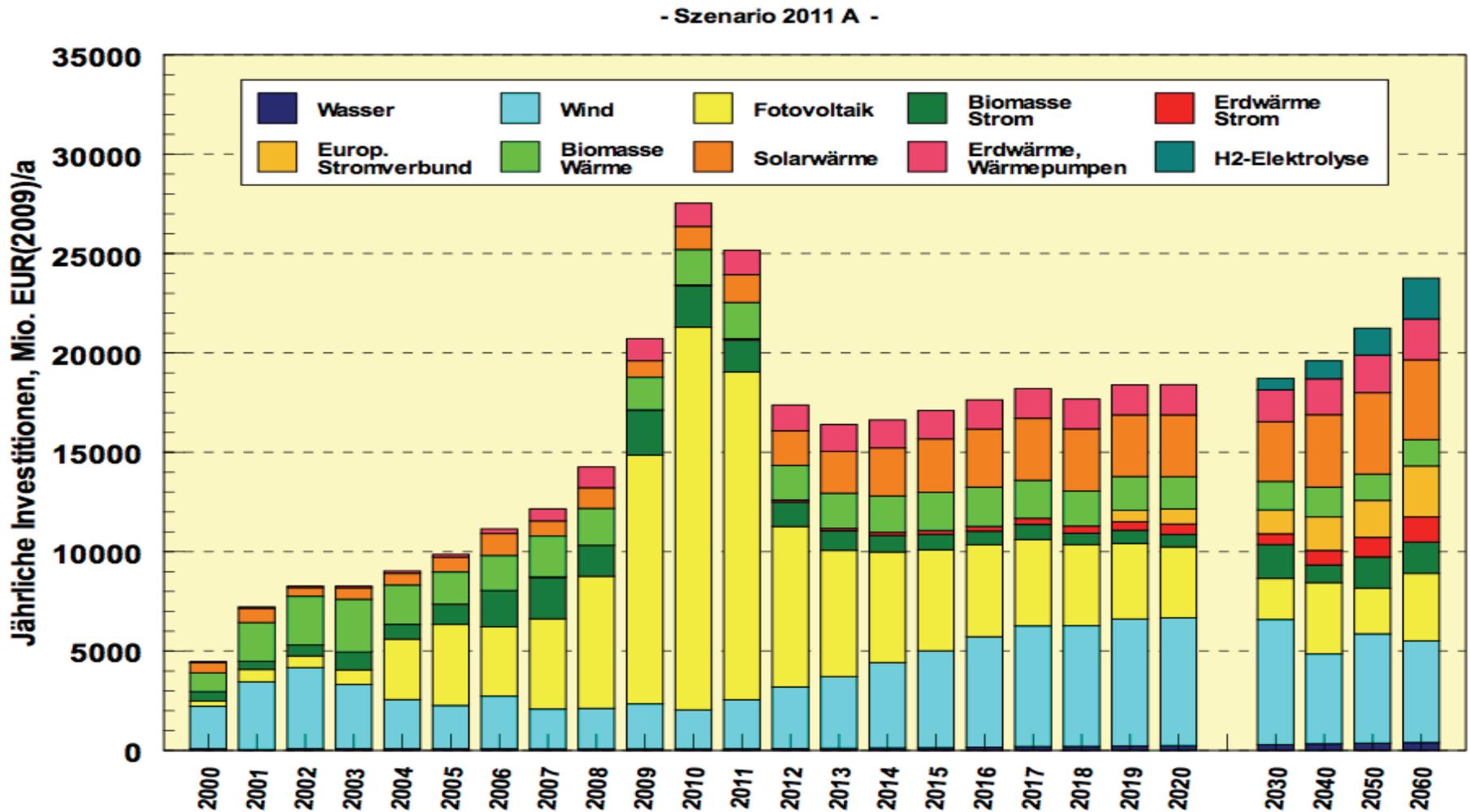
Bruttoinvestitionen im internationalen Vergleich, 1970-2006



Quelle: C. Jäger, PIK, 2009

Investitionen in erneuerbare Strom- und Wärmeerzeugung

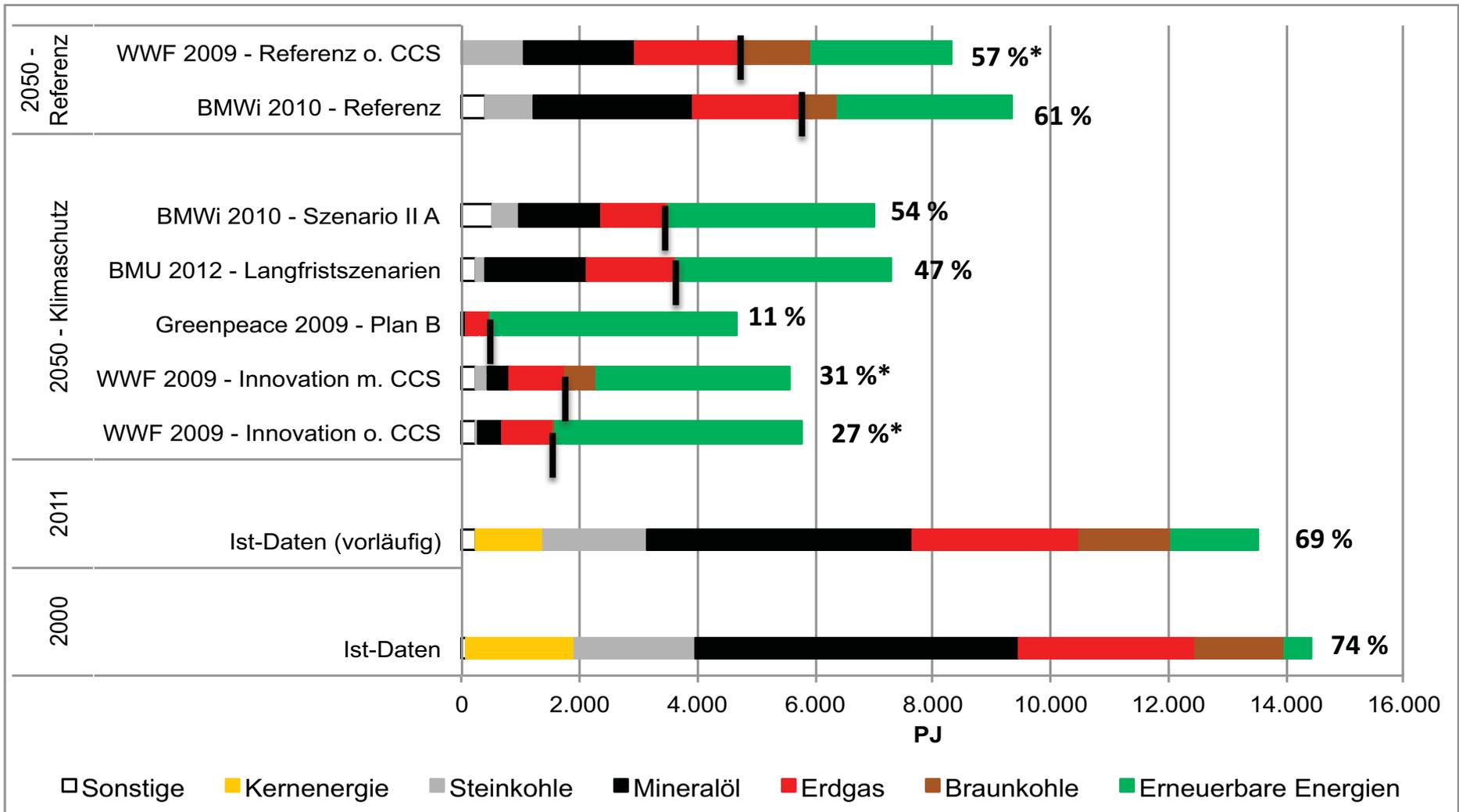
Nach BMU-Leitstudie 2011 – Bruttoinvestitionen könnten um 4% p.a. steigen



Quelle: Nitsch et al. 2011

Primärenergieverbrauch (in PJ) und Energieimportquote (%)

Die Energiewende könnte die Importabhängigkeit drastisch senken



*Vereinfachte Annahme: Erneuerbare und Braunkohle 100 % inländisch, Rest wird zu 100 % importiert. Quelle: Samadi 2013

Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien im Vergleich zu Nettobeschäftigungseffekten durch Gebäudesanierung

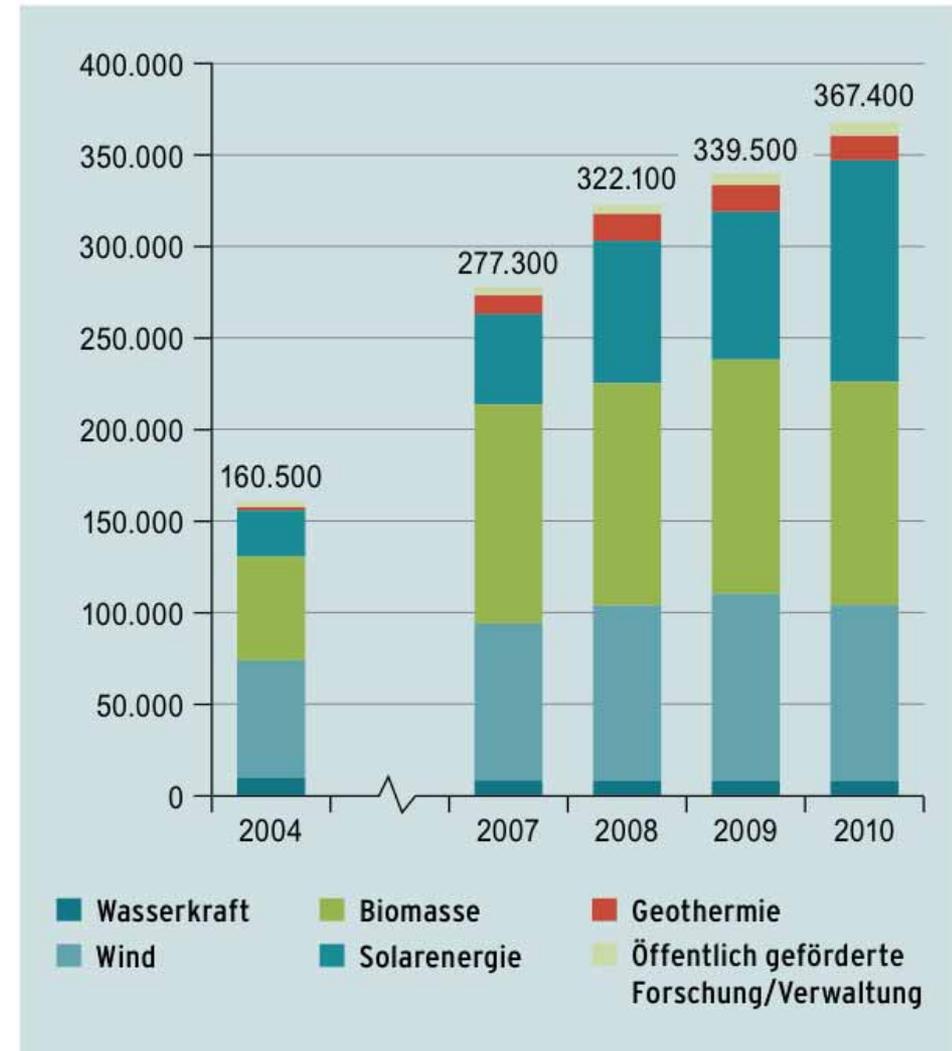
1. Geschätzter Brutto-Beschäftigungseffekt durch REG (UBA 2011):

2020: 450.000 - 500.000

2030: 500.000 - 600.000

2. Vergleich (WI 2010): Geschätzter Beschäftigungseffekt durch energetische Gebäudesanierung

2010: 900.000



Quelle: DLR, DIW, ZSW, GWS (2011), S. 5 In: UBA 2011, S. 124.

Erneuerbare Energien: Weltweit auf der Überholspur

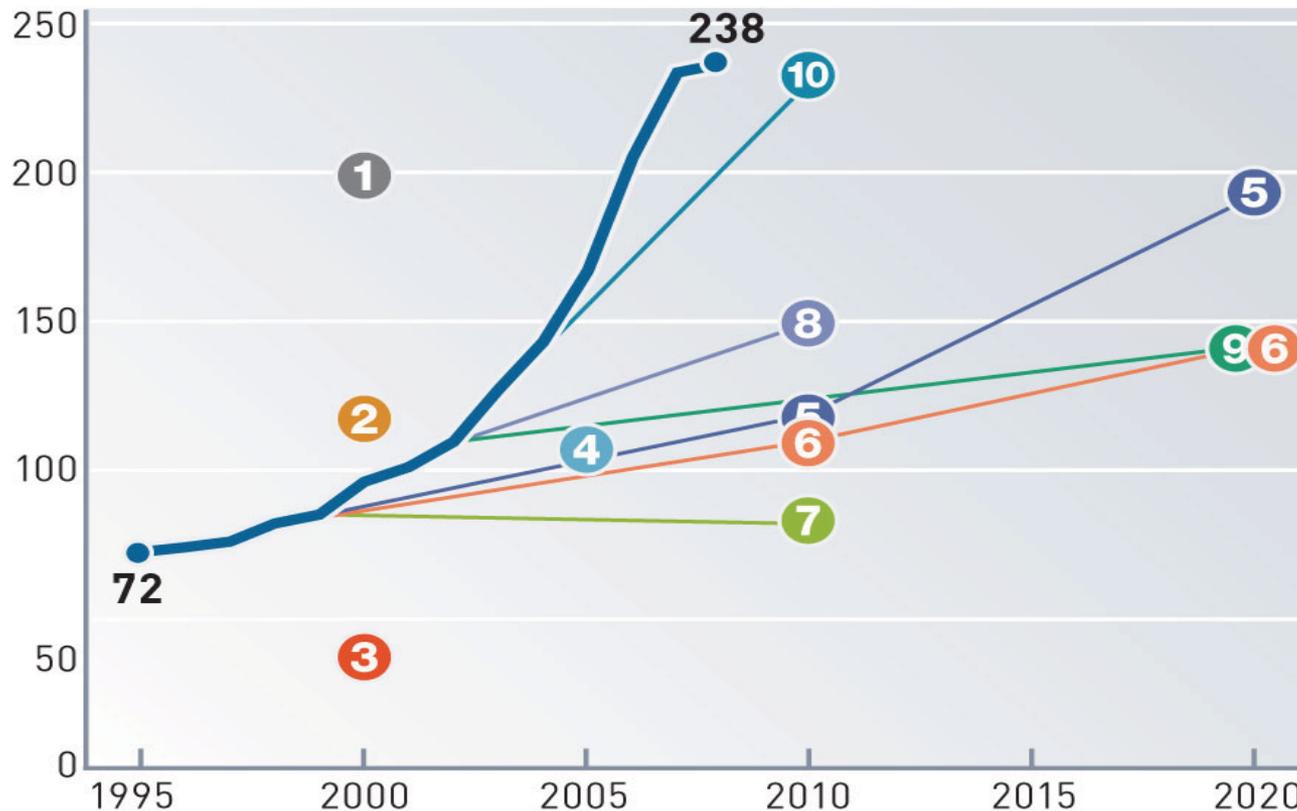
Wieviel grüner Strom ist möglich und bis wann?

Anreize und Innovationen ermöglichen unerwartet schnelle Markteinführung

Predictions and Reality

Contribution of renewable energy sources to final energy consumption in Germany.

terawatt-hours



— Actual development

- 1 KFA, 1982
- 2 Fraunhofer ISI/DIW, 1984
- 3 Prognos, 1984
- 4 DLR, 1993
- 5 Wuppertal Institut, 1998
- 6 Prognos, 1998
- 7 BMU/UBA: Climate Protection Study, 1999
- 8 WI/DLR: Long-term forecast, 2002
- 9 Enquete-Commission on Sustainable Energy Supply, 2002
- 10 DLR: BMU Lead Study 2007

Sources: BMU / AGEE-Stat; Status: 4/2009

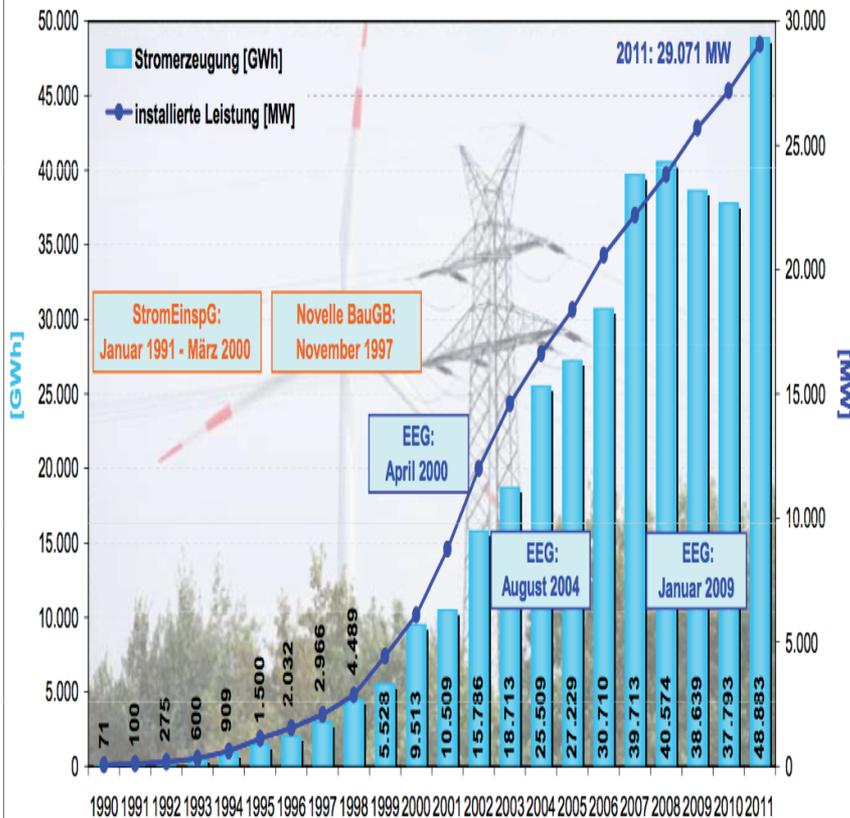
www.unendlich-viel-energie.de



Rasche Markttransformation – starke Kostenreduktion

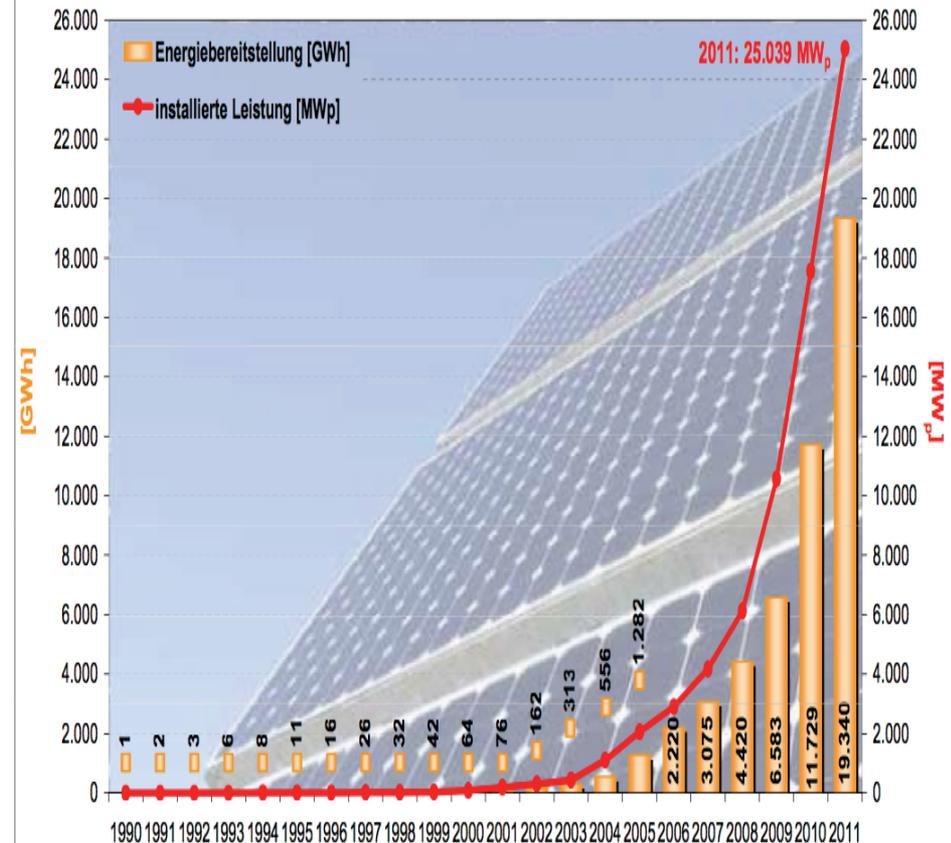
Die Entwicklung der Stromerzeugung aus Wind und Sonne in Deutschland

Entwicklung der Strombereitstellung und installierten Leistung von Windenergieanlagen in Deutschland



Quellen: C. Ender, J. P. Molly, Internetauftritt Deutsches Windenergie-Institut (DEWI) und DEWI-Magazin 40, S. 30-42: "Windenergienutzung in Deutschland, Stand: 31.12.2011"; StromEinspG: Stromerzeugungsgesetz; EEG: Erneuerbare-Energien-Gesetz; BauGB: Baugesetzbuch; 1 MW = 1 Mio. Watt; 1 GWh = 1 Mio. kWh; BMU-KI III 1 nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Hintergrundbild: BMU / Christoph Edelhoff, Stand: Juli 2012; Angaben vorläufig

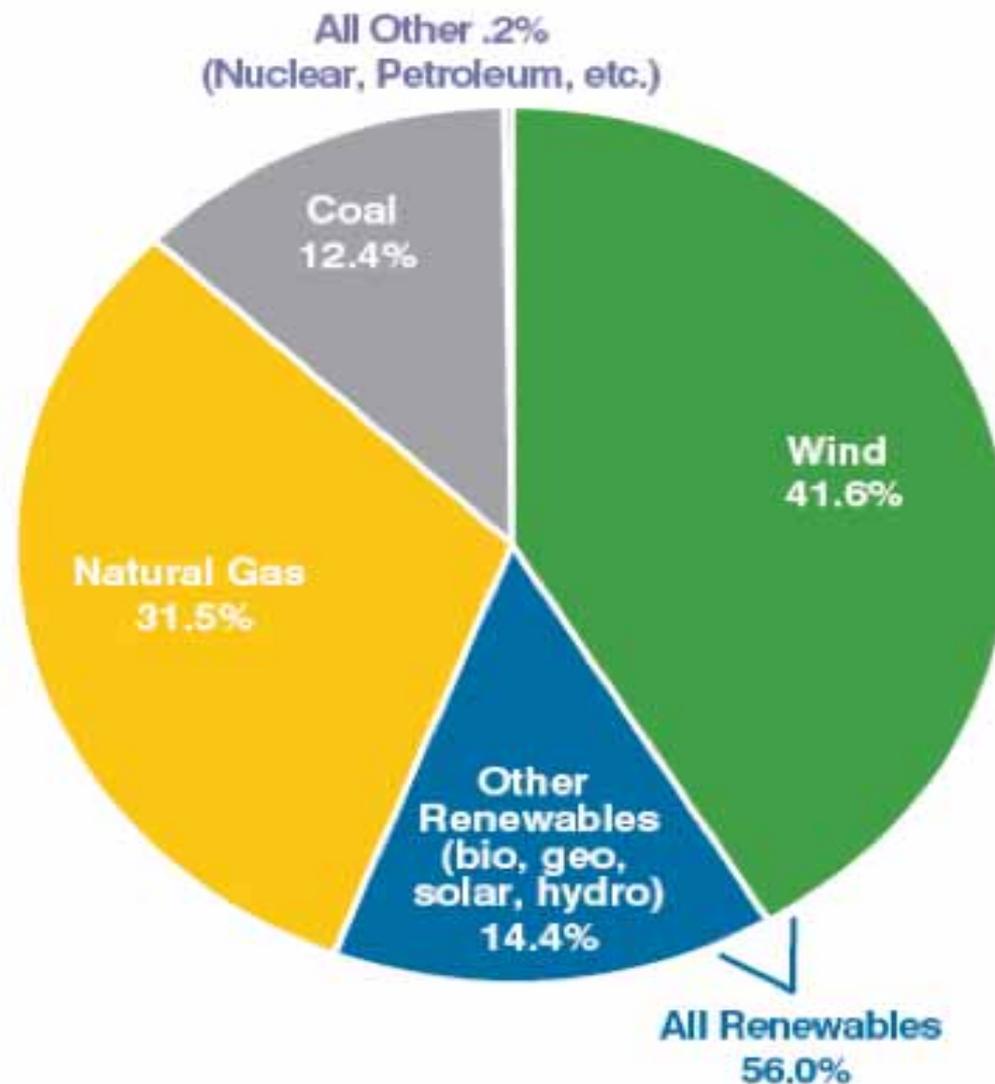
Entwicklung der Strombereitstellung und installierten Leistung von Photovoltaikanlagen in Deutschland



Quelle: BMU-KI III 1 nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); 1 GWh = 1 Mio. kWh; 1 MW = 1 Mio. Watt; Hintergrundbild: BMU / Bernd Müller, Stand: Juli 2012; Angaben vorläufig

Zuwachs an Kraftwerkskapazität in den USA (2012)

56 % erneuerbare Energien – 2% nuklear



Data Source: AWEA, EIA, SEIA, SNL

Source: AWEA US, 2013

Kontroversen zur Energiewende

- **(Strom-)kosten: Wie viel, bis wann und für wen?**
- **Wo bleibt die Wende im Gebäude- und Verkehrsbereich?**
- **Netztransformation für erneuerbare Energien und E-Mobilität?**
 - **Dezentral („smart grids“) oder zentral („Desertec“)?**
 - **Rekommunalisierung und Demokratisierung?**
 - **Absolute Entkopplung von BIP und Energie?**
 - **Wohlstand ohne Wachstum?**

Ursachen und Verteilungsfragen der Strompreissteigerung

Strompreise in Deutschland im Vergleich

Die EEG-Umlage macht nur einen geringen Anteil am Industriestrompreis aus.

Durchschnittlicher Preis in Euro/kWh



Arepo Consult

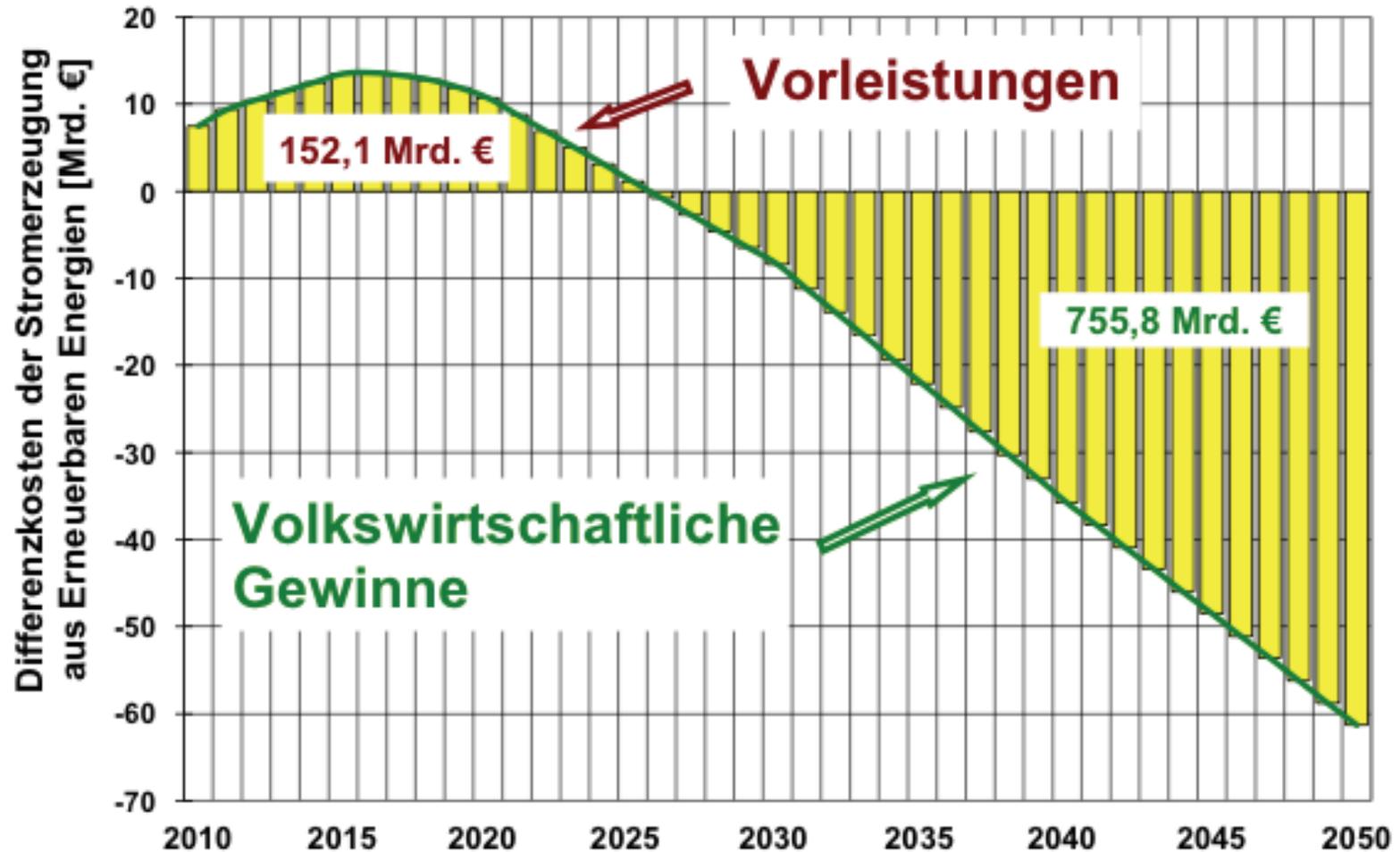
Quelle: Arepo Consult, Frontier economics / ewi, VIK, eigene Berechnungen; Stand: 4/2012

www.unendlich-viel-energie.de



Stromkostendynamik der Stromwende

Differenzkosten erneuerbarer Stromerzeugung von 2010 bis 2050

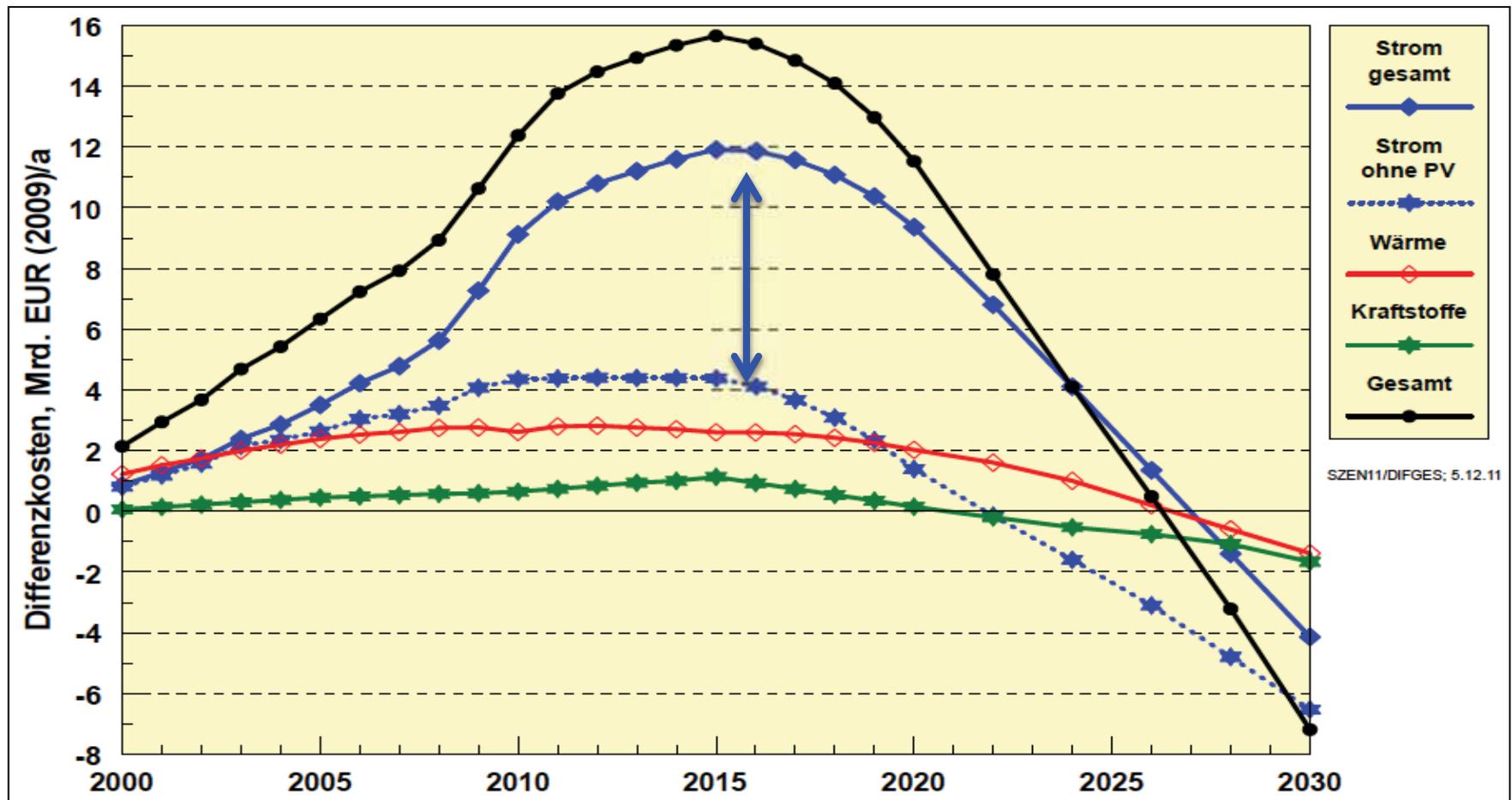


Quelle: ZSW (2011)

Gesamtkostendynamik der Energiewende

Heute (zu) hohe Kosten – morgen großer Nutzen!

Jährliche Differenzkosten des Ausbaus erneuerbarer Energien im Szenario 2011 A bei „deutlichem“ Anstieg fossiler Energieträgerpreise



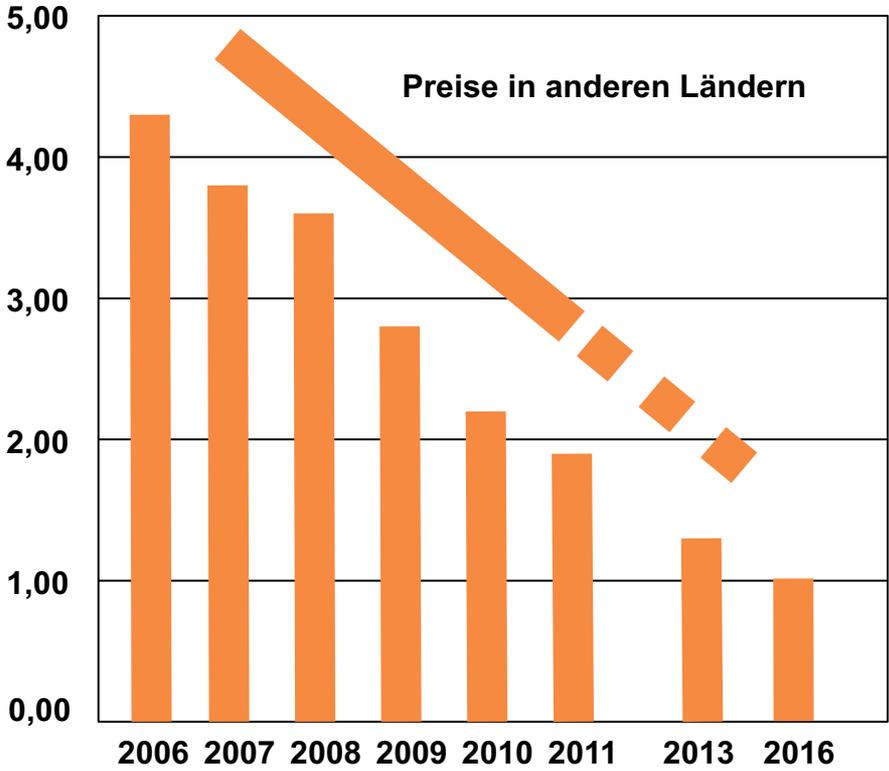
Quelle: BMU 2012

Systempreise für Photovoltaik in den letzten 4 Jahren halbiert – „Netzparität“ ab 2012 für Haushalte unterschritten!



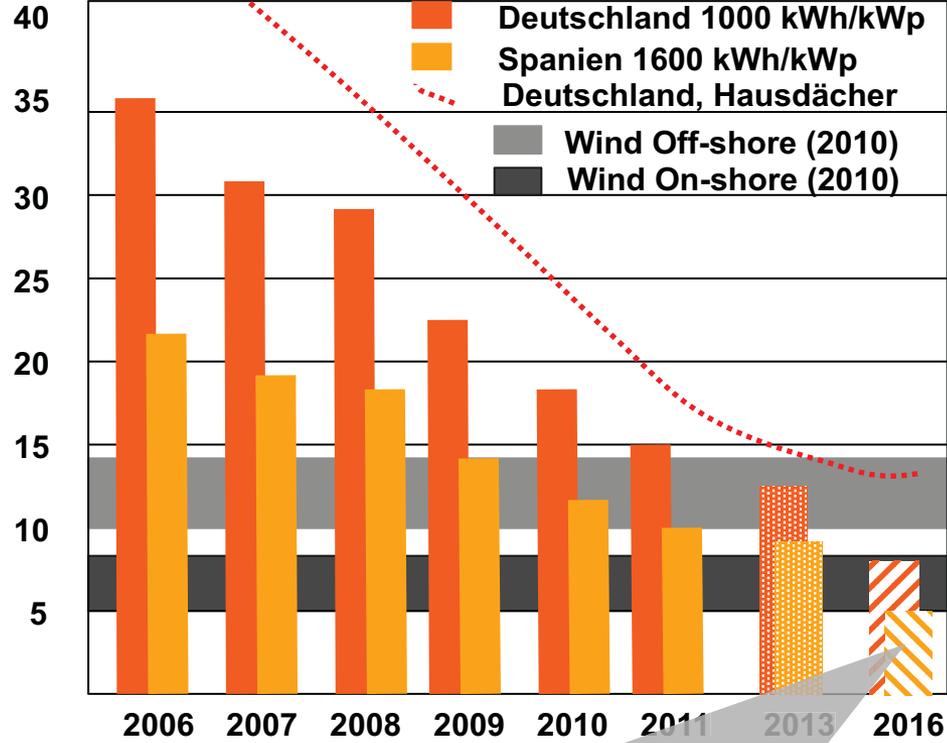
PV System Preis (€/Wp)

(Deutschland, Freiflächen)



PV Strompreis (€ct/kWh)

(„nötige Einspeisevergütung“)



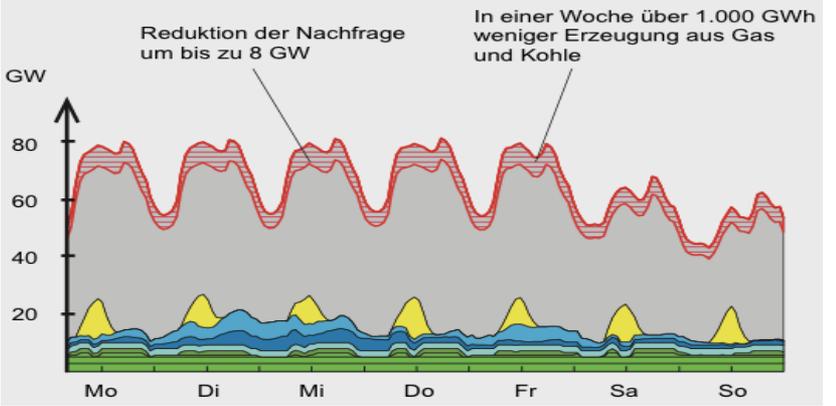
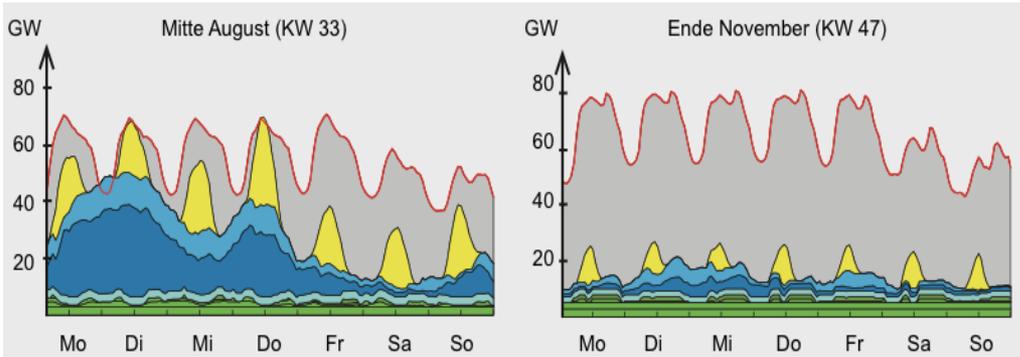
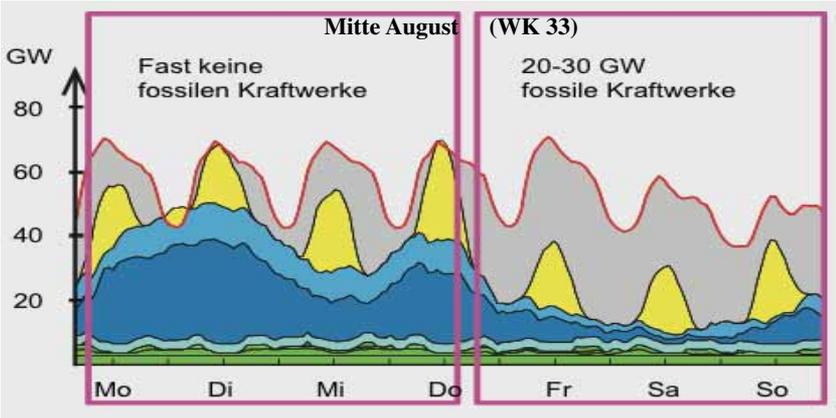
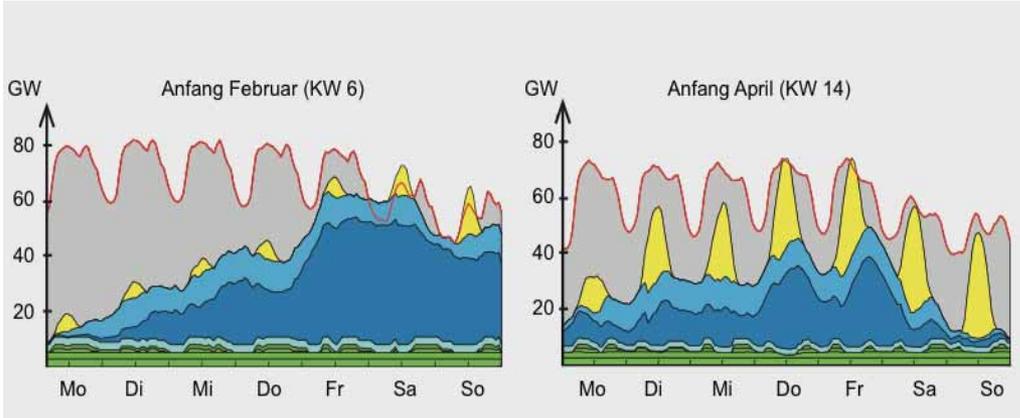
2016 genügt eine Einspeisevergütung von 8ct/kWh in Deutschland und 5 ct/kWh in Spanien (incl.6% ROI)

Quellen: LBBW 02/2009, Industrieanmeldungen, WACKER Analysen

Simulierte Stromeinspeisung aus PV/Wind im Jahr 2022



-Flexibilisierung, Verdrängung fossiler Kraftwerke, Stromspareffekte



- Stromnachfrage
- Fossile Kraftwerke
- Wind Onshore/Offshore
- Photovoltaik
- Wasser
- Biomasse

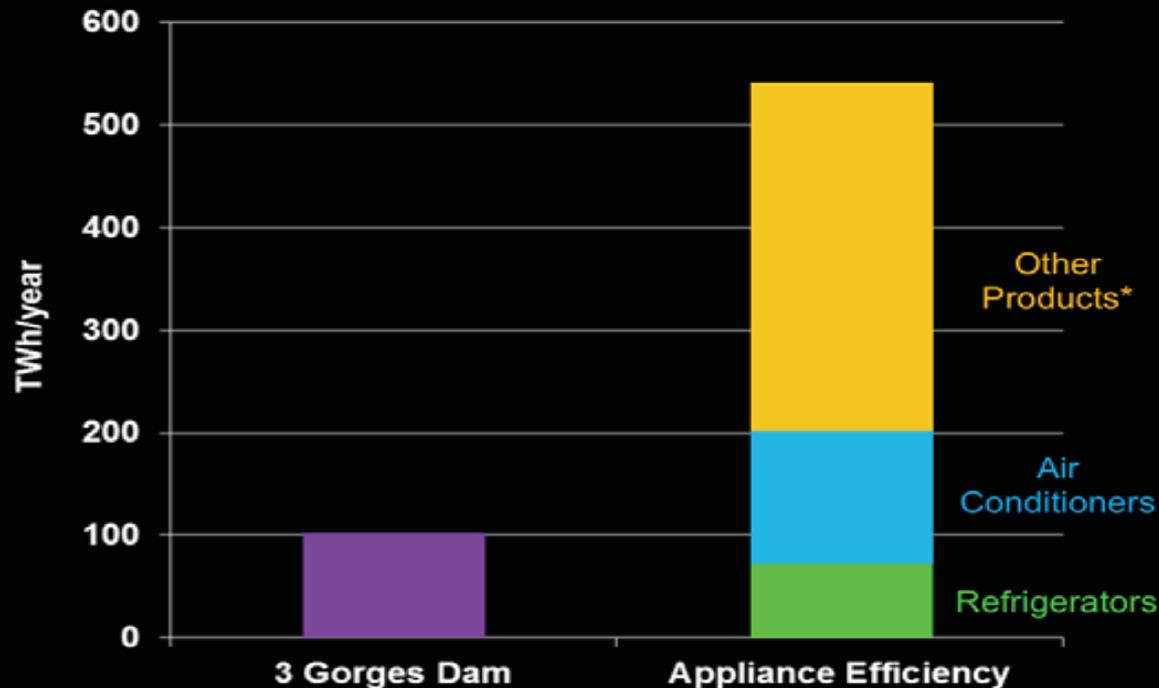
**Flexibilisierung möglich durch:
KWK, Speicher, Netze, DSM, optimierte KW..**

Eigene Darstellung basierend auf Agora Energiewende (2012)

**Die Energieeffizienz ist
die größte, schnellste und billigste,
aber am meisten vernachlässigte Option für
Klima- und Ressourcenschutz**

Die „Power von Einsparkraftwerken“ („NEGAWatt“) Am Beispiel China

Annual generation from China's Three Gorges Dam compared to annual savings in 2020 from appliance energy efficiency standards



Other products include: clothes washer, TV, fans, stand-by power, electric water heater, electric cooktop, fluorescent lamp ballasts, rice cooker, microwave ovens, laser printers, fax, copiers, computer monitors, HID lamps and ballasts, motors, air compressors, transformers, servers, computers, double-capped fluorescents, heat pump water heater, rangehoods, ventilating fans, external power supply, vending machines, LED lamps, grid lighting, commercial AC chillers, water-cooled chillers, unitary AC

Source: IENL China Energy End-Use Model, David Fildes and Nina Zheng, 2010

Energiekosten senken durch konsequente Einsparung

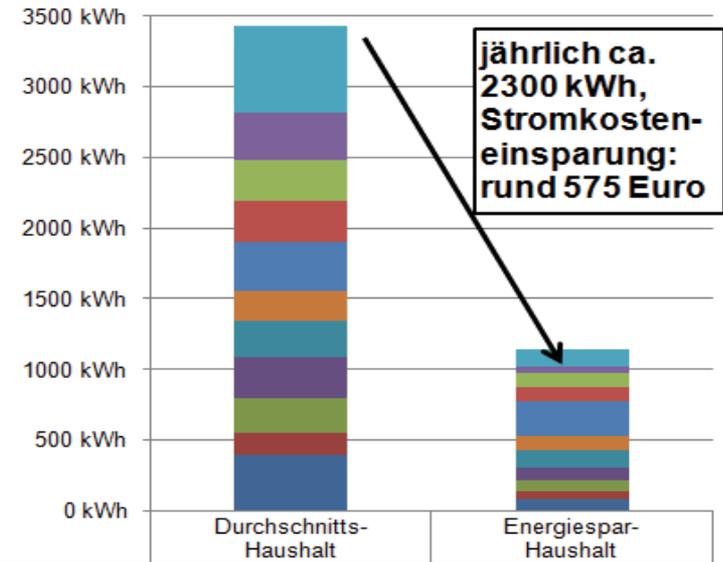
Stromsarpotential insgesamt pro Haushalt: 2300 kWh/a (rd 600 Euro/a)

Beispiel Effizienz-Kühlschrank:

Austausch Altgerät („Kühl-Gefrierkombination“, Klasse C) durch effizientes neues Kühlgerät (A+++)

- senkt Stromkosten um 100 €/Jahr.
- spart mehr als die erhöhte EEG-Umlage (80 € in 2013)

Einsparmöglichkeiten bei Strom (Haushalt mit Jahresverbrauch von 3.400 kWh)



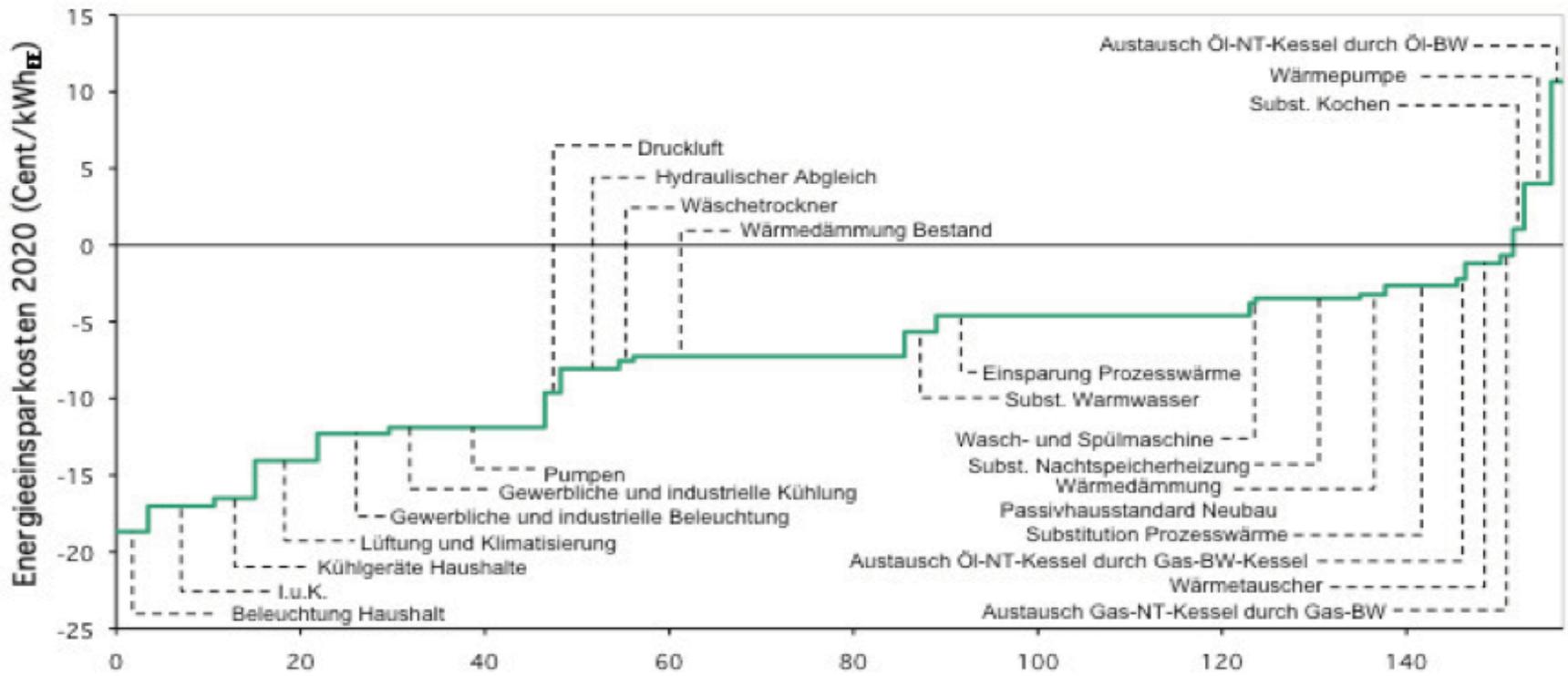
	Durchschnitts-Haushalt	Energiespar-Haushalt
Sonstiges	610	124
Pumpen	340	47
Informationstechnik	290	95
Unterhaltungselektronik	290	109
Kochen+Backen	350	242
Spülen	204	100
Trocknen	256	127
Gefrieren	295	80
Kühlen	250	80
Waschen	150	60
Beleuchtung	395	80
Summe	3430	1144

Stromeinsparpotentiale und –kosten in Deutschland

140 TWh Strom profitabel einsparbar! Nur 0,2 cts/kWh Umlage zur (Vor-) Finanzierung!

Netto-Kosten eingesparter Energie

Energieeinsparkosten aus Kundensicht

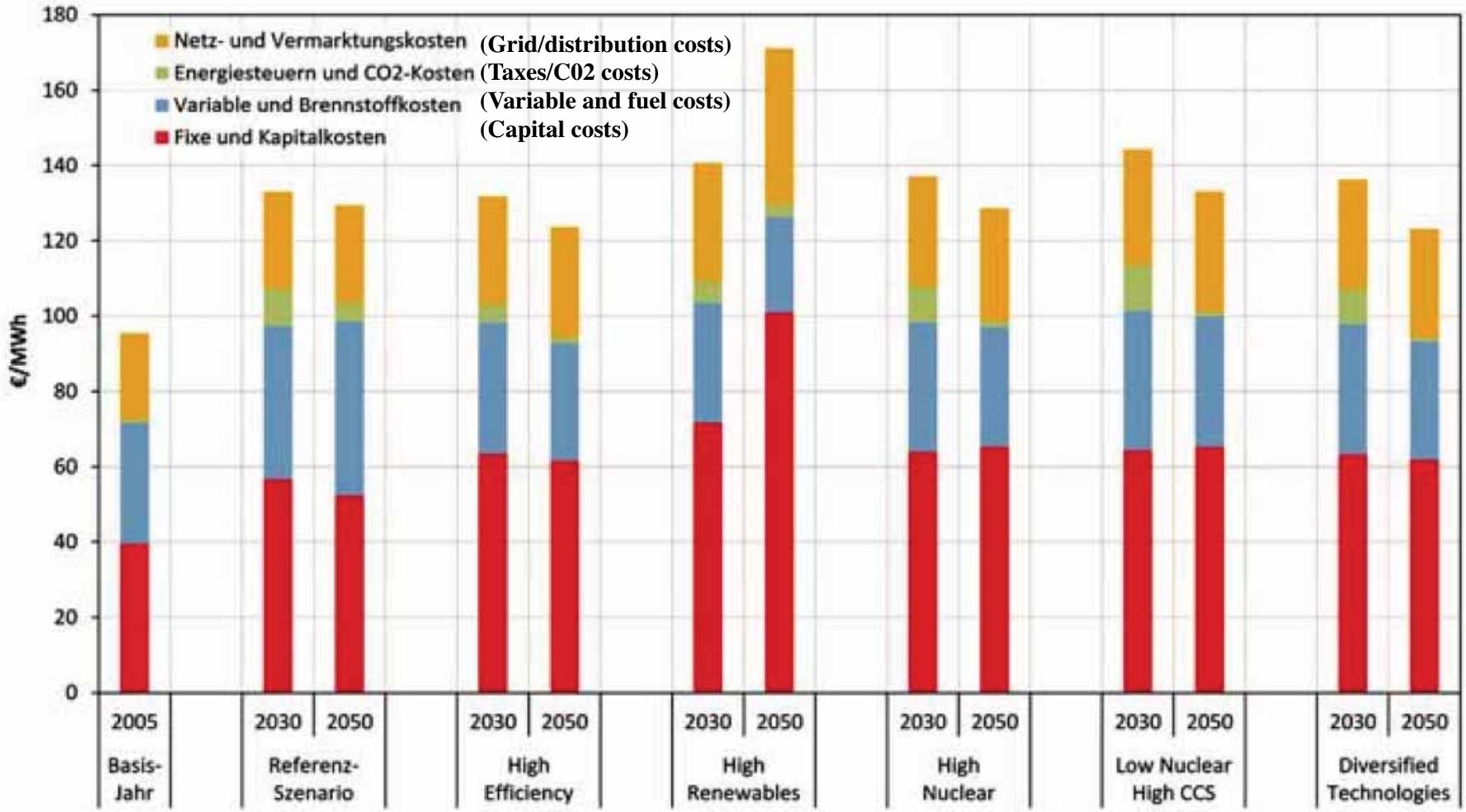


Prof. Dr. Peter Henicke

Quelle: Emsaitek 2011

Treibhausgas-Vermeidungspotenzial (Mio. t CO₂-Äq./Jahr)

Langfristige Stromsystemkosten für EU27 – Faktor x höher als für „Negawatts“ (2-8 cts/kWh); EU Roadmap 2050 scenarios



Source: Matthes 2012

Stand der Technik: Gebäude als Kraftwerke

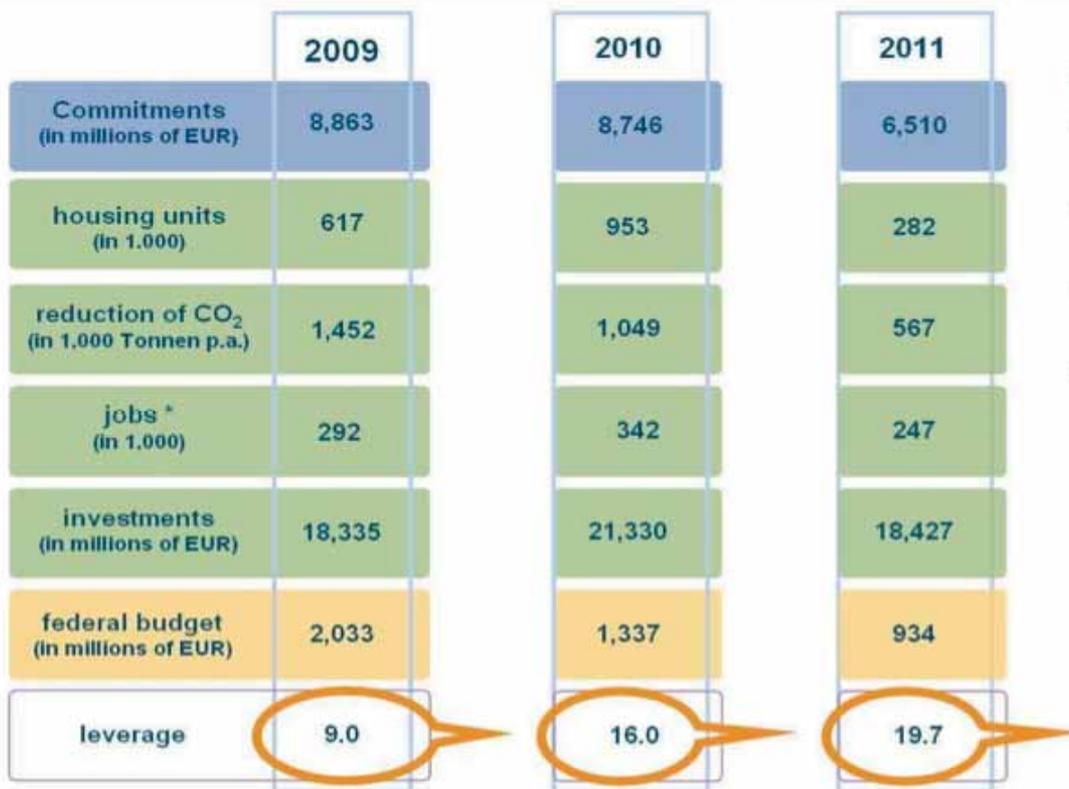
“Plus“-Energiehäuser in Freiburg



Caption: Plus energy houses are designed to produce more energy than they consume in the course of the year.

Jeder „staatliche €“ für energetische Gebäudesanierung induziert ein Vielfaches an privaten Investitionen!

Promotional effects



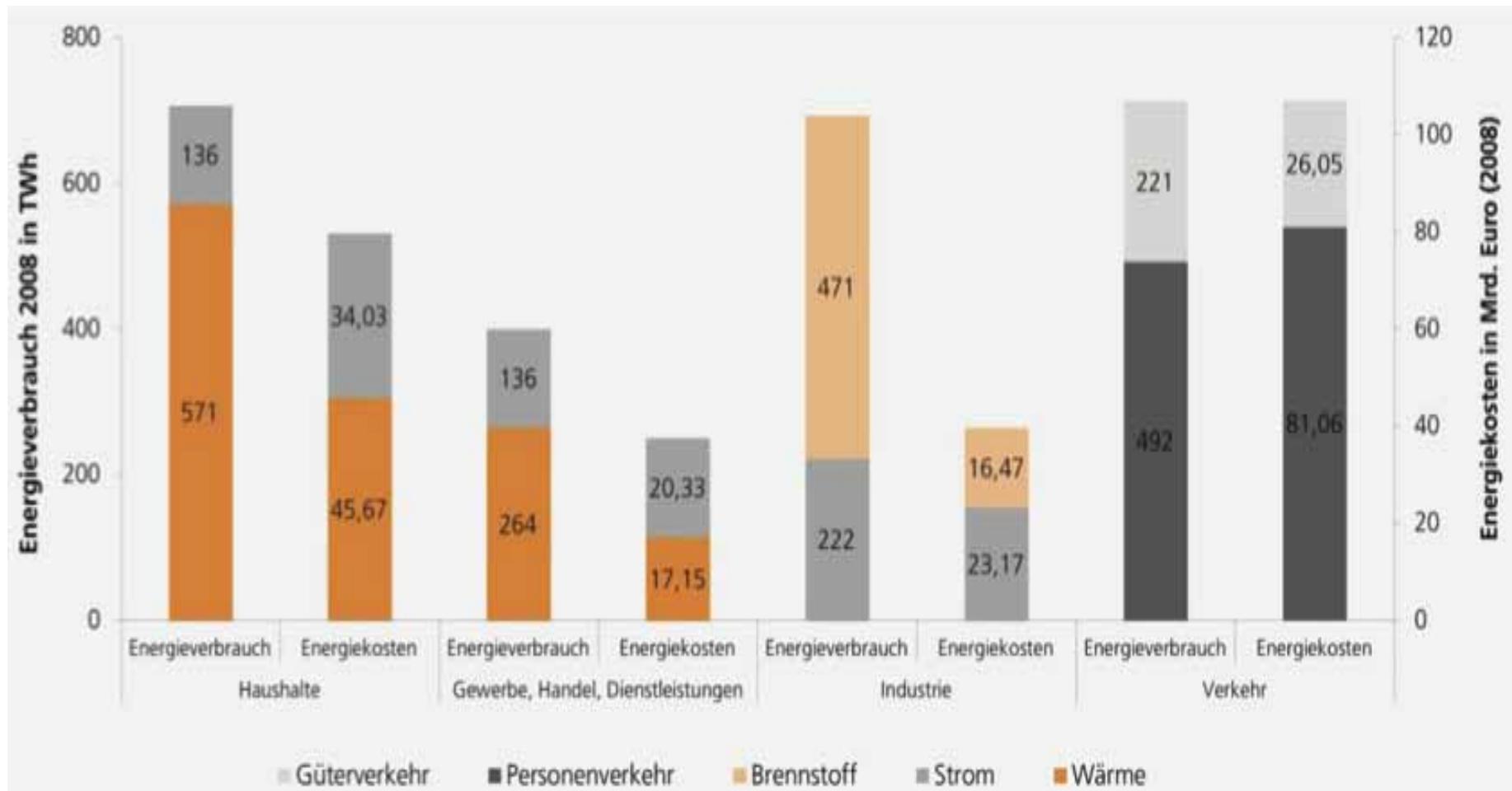
Effects of promotion

- Increase of retrofitting ratio
- Sustainable reduction of CO₂-emissions
- Promotion for SMEs and creation of employment
- Substantial investments in buildings be triggered

Budget funds being recovered by additional revenues of taxes

* safeguarded employment for one year

Sektoraler Energieverbrauch und – kosten im Jahr 2008



Quelle: Bauernhasl et al 2013; nach Dena 2012

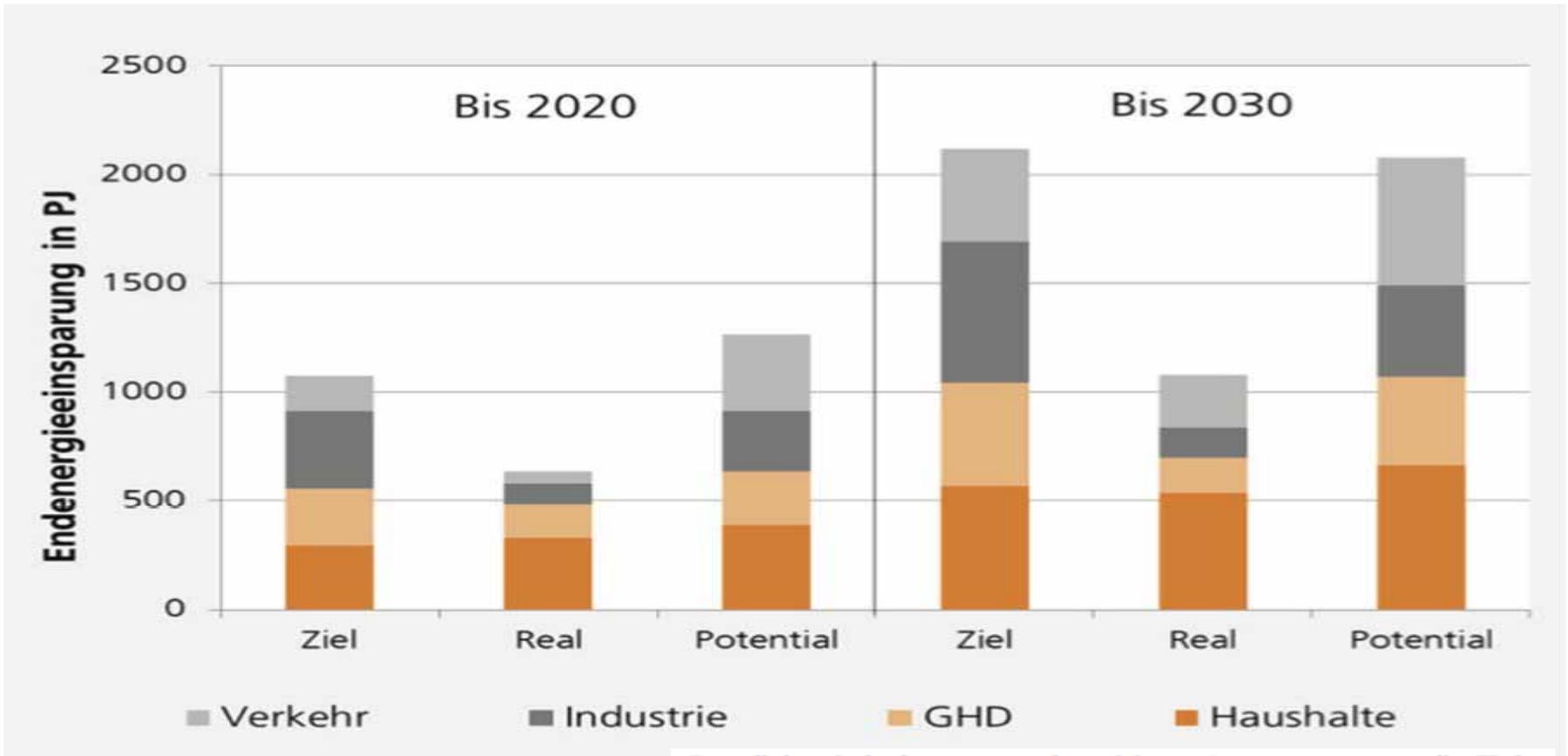
Energieeffizienzpotential energieintensiver Industrie



Quelle: Bauernhansl et al 2013; nach Schlomann et al 2011

Einsparziele der Energiewende werden derzeit verfehlt

- trotz umfangreicher wirtschaftlicher Potentiale

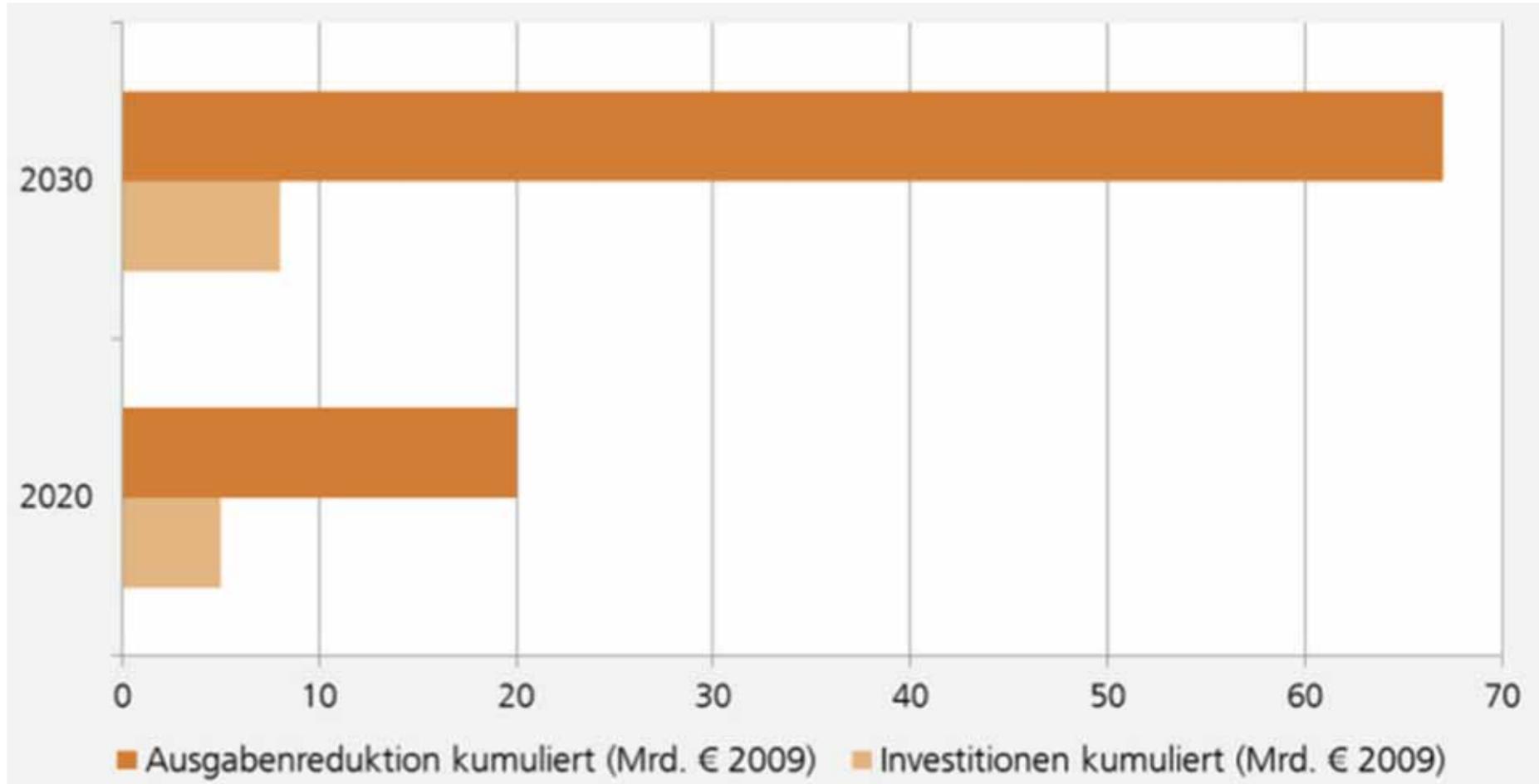


Deutlich wird, dass unter derzeitigen Anstrengungen die Ziele der Bundesregierung sowohl für das Jahr 2020 als auch für 2030 klar verfehlt werden. Bis zum Jahr 2050 wird unter aktuellen Voraussetzungen lediglich eine Reduktion um knapp 2200 PJ (rund 25 %) erreicht. [Schlesinger et al. 2010]

Quelle: Bauernhansl et al 2013



Bis 2030 sind ca. 65 Mrd. Euro Energiekosten vermeidbar- mit einem Investitionsaufwand in der Industrie von 9 Mrd.Euro



Quelle: Bauernhansl et al 2013; nach Pehnt et al 2011

Märkte für Energiedienstleistungen

Marktversagen ist nicht die Ausnahme, sondern die Regel

Typische Hemmnisse:

- **Kein faires „level playing field“ zwischen Energieangebot und -nachfrage**
- **Energiesubventionierung/ keine Internalisierung externer Kosten**
- **Höhere Anfangsinvestitionen (keine Analyse der Lebenszykluskosten)**
- **Anbietervielfalt (höhere Transaktionskosten, geringe Markttransparenz)**
- **Informationsmängel (z.B. auch über Co-Benefits) und fehlendes Bewusstsein**
- **Investor-Nutzer-Dilemma („split incentives“)**
- **Angebotsorientierung (kontraproduktive Anreize; Defizite bei F&E und Ausbildung)**
- **Schwacher autonomer Markkanreiz (geringer Energiekostenanteil/realer Preisanstieg)**

Zu kurze Amortisationszeiten

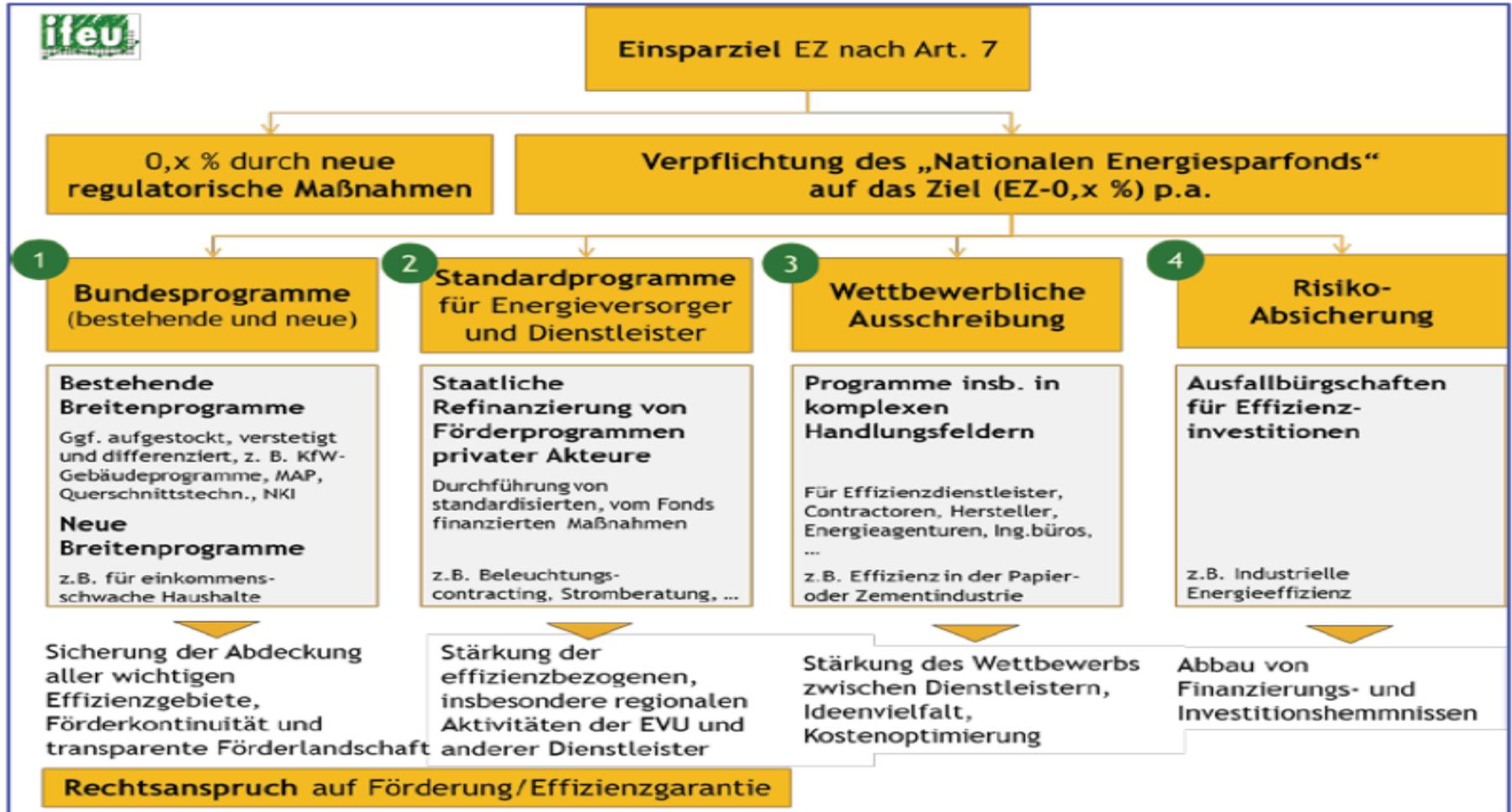
- schneiden Investitionen mit hoch rentabler interner Verzinsung ab!

Geforderte Amortisationszeit	Interne Verzinsung in % pro Jahr							
	Anlagennutzungsdauer (Jahre)							
	3	4	5	6	7	8	12	15
Jahre								
2	24%	35%	41%	45%	47%	49%	49,5%	50%
3	0%	13%	20%	25%	27%	31%	32%	33%
4		0%	8%	13%	17%	22%	23%	24%
5			0%	6%	10%	16%	17%	18,5%
6	unrentabel			0%	4%	10,5%	12,5%	14,5%
8	unrentabel					4,5%	7%	9%
1) Unterstellt wird eine kontinuierliche Energieeinsparung über die gesamte Anlagennutzungsdauer								
abgeschnittene rentable Investitionsmöglichkeiten								

Quelle; Bauernshansl et al 2013; nach BLU 2004

Mögliche (ambitionierte) Umsetzung von Art.7 EED

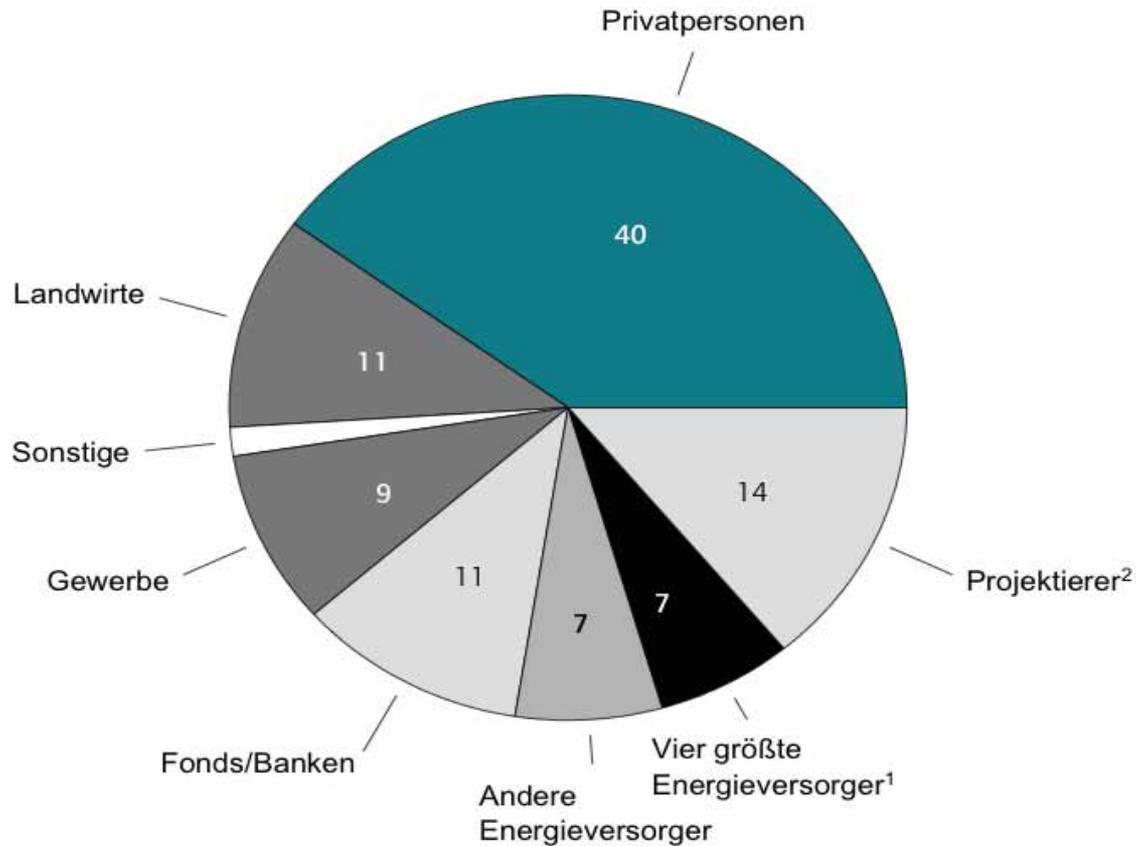
Einsparziel + Ordnungsrecht + Verpflichtung für „Nationalen Energiesparfonds“



Quelle: IFEU/ BUND 2013

**Neue Akteure treiben die Stromwende –
Regionen, Stadtwerke, Bürger...
Aber:
Energieeffizienz sowie Wärme- und
Verkehrssektor wenig integriert!**

Investoren in erneuerbare Energien (2011; in %)



1 Die vier großen Energieversorger sind E.on, Vattenfall, RWE und EnBW.

2 Projektierer planen und stellen Projekte im Auftrag Anderer fertig.

Quelle: Deutschland hat unendlich viel Energie, trend research 2011.

Die „stille Revolution auf dem Land“

Pläne für 100% Erneuerbare in über 100 Städten und Regionen



- **Kommunen und Regionen werden immer mehr zu zentralen Treibern einer dezentralen Energiewende**
 - Trend zu 100%-EE-Kommunen/ -Regionen (siehe Abbildung)
 - Trend bzgl. Rekommunalisierung der Energieversorgung / Erzeugung / Netzbetrieb (Konzessionsverträge)

– **Kommunale/ regionale Wertschöpfung ist oftmals der zentrale Treiber**

– **... Aber: Welche Wertschöpfungseffekte durch Erneuerbare Energien entstehen eigentlich und wie können diese ermittelt werden?**

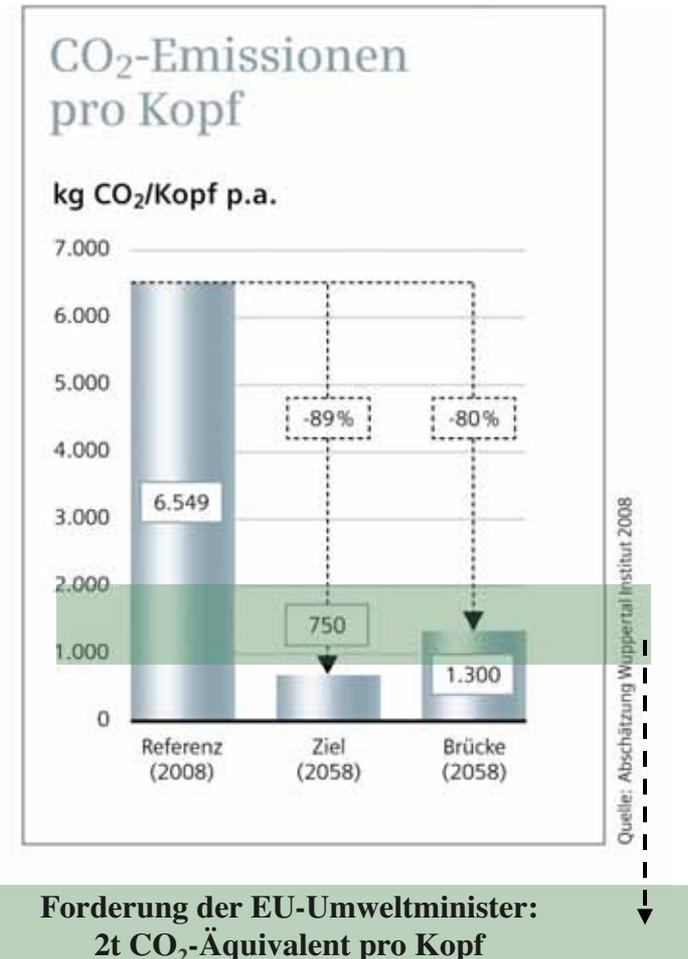
| i | ö | w

Die „Große Transformation“ braucht Vorreiter- München auf dem Weg zur „CO₂-Freiheit“?

- Für eine Reduzierung der CO₂-Emissionen unter 2 t pro Kopf und Jahr gibt es unterschiedliche Wege
- Betrachtung des 50-Jahres-Zeitraums 2008-2058 mit unterschiedlichen Entwicklungsannahmen
- Ziel SWM: 2025 100% „grüner Strom“ in München

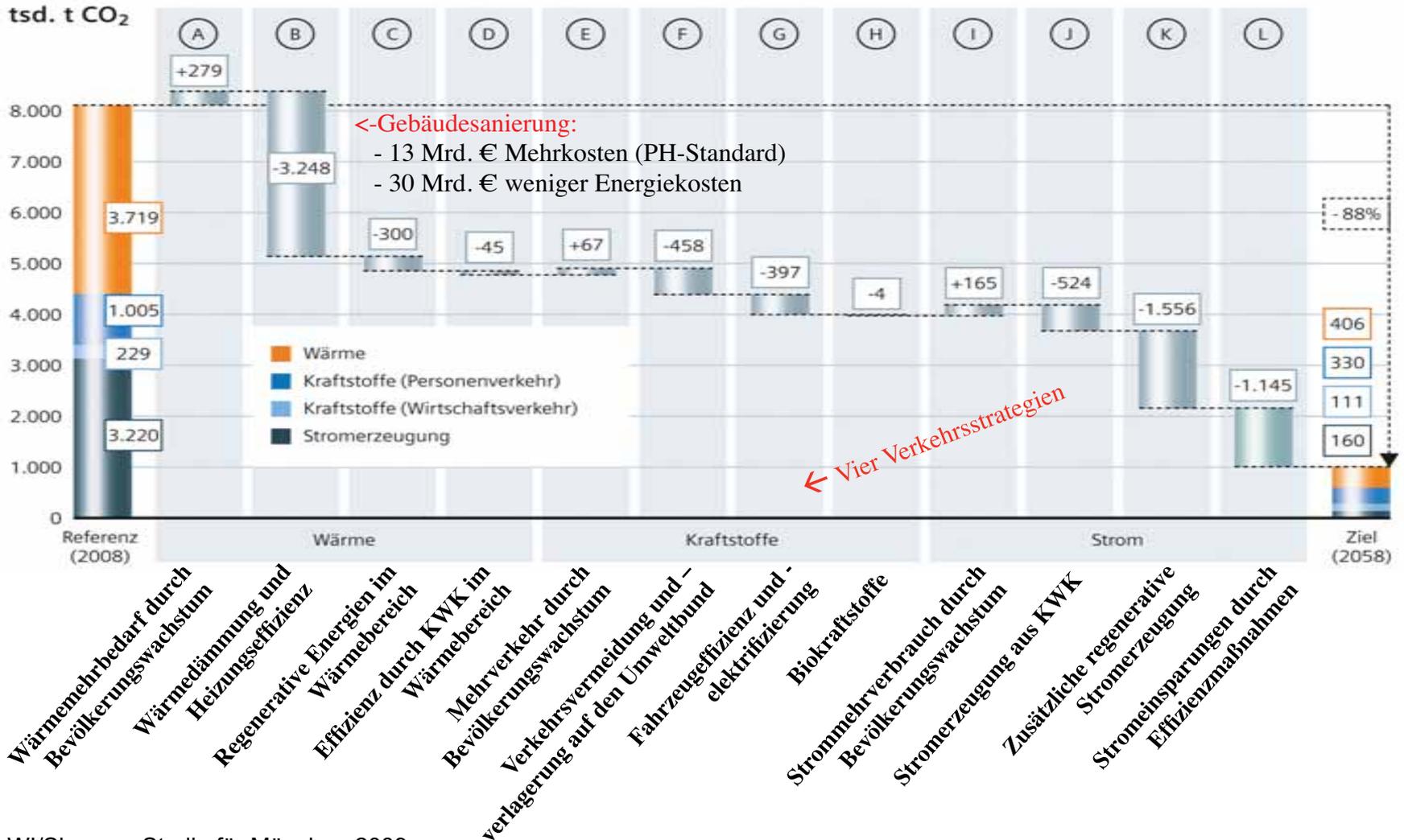

750 kg
im „Ziel“ Szenario

1.300 kg
im „Brücken“ Szenario



Quelle: WI/Siemens Studie für München 2009

Elf Münchner Optionen zur „CO₂-Freiheit“ bis 2058



Quelle: WI/Siemens Studie für München 2009

**“Green Economy”:
Ökonomischer Strukturwandel,
neue Leitmärkte,
neue Wohlstandsmodelle**

Wir brauchen einen Paradigmenwechsel in der Produktion; aber wie sieht der Weg zur Green Economy aus?



Nachhaltigkeit durch gebremstes Wachstum

- **Konzept der Steady State Economy:**
Null- oder Minus-Wachstum verbunden mit der Notwendigkeit eines einfacheren Lebensstils
- **Konzept des selektiven Wachstums**
Einschränkung des Verbrauchs spezifischer Ressourcen
- **Konzept der Mäßigung des Wachstums**
Mäßigung der BIP-Wachstumsraten, um Ressourcen zu reduzieren

Nachhaltigkeit durch Wachstum

- **Technikkonzept:**
Neue Technologien führen zu einer massiven Reduzierung des Ressourcenverbrauchs

Lässt sich nachhaltiges Wachstum vom Ressourcenverbrauch entkoppeln?

Bildquelle: www.openmint.net Rogall, H. (Hrsg): Jahrbuch Nachhaltige Ökonomie

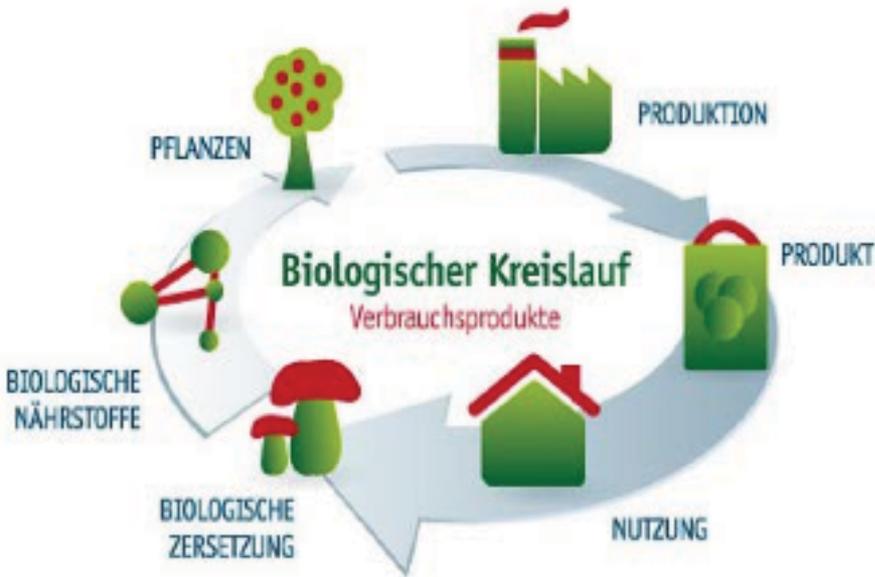
2



Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung
und Fabrikbetrieb (IFF)

Fraunhofer
IPA

Wege zur Ressourcen-Effektivität: Die Materialwende



Nutzung von Ersatzstoffen

- unerschöpflich
- nachwachsend

Wertschöpfung in Kreisläufen

- technologisch
- ökologisch

Ganzheitliche Gestaltung im Produktlebenszyklus

- Planung von Nutzungskaskaden
- Verlängerung von Nutzungsphasen

Zero-Waste-Produktionstechnologien

- 100% des Materials im Produkt
- Kurze, hybride Prozessketten

¹ Bildquelle: www.rittweger-team.de/



Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung
und Fabrikbetrieb (IFF)

Fraunhofer
IPA

Drastische CO₂-Reduktion in den kommenden Jahrzehnten nötig

Konventionelle Antriebstechnologien allein genügen nicht den radikalen Anforderungen

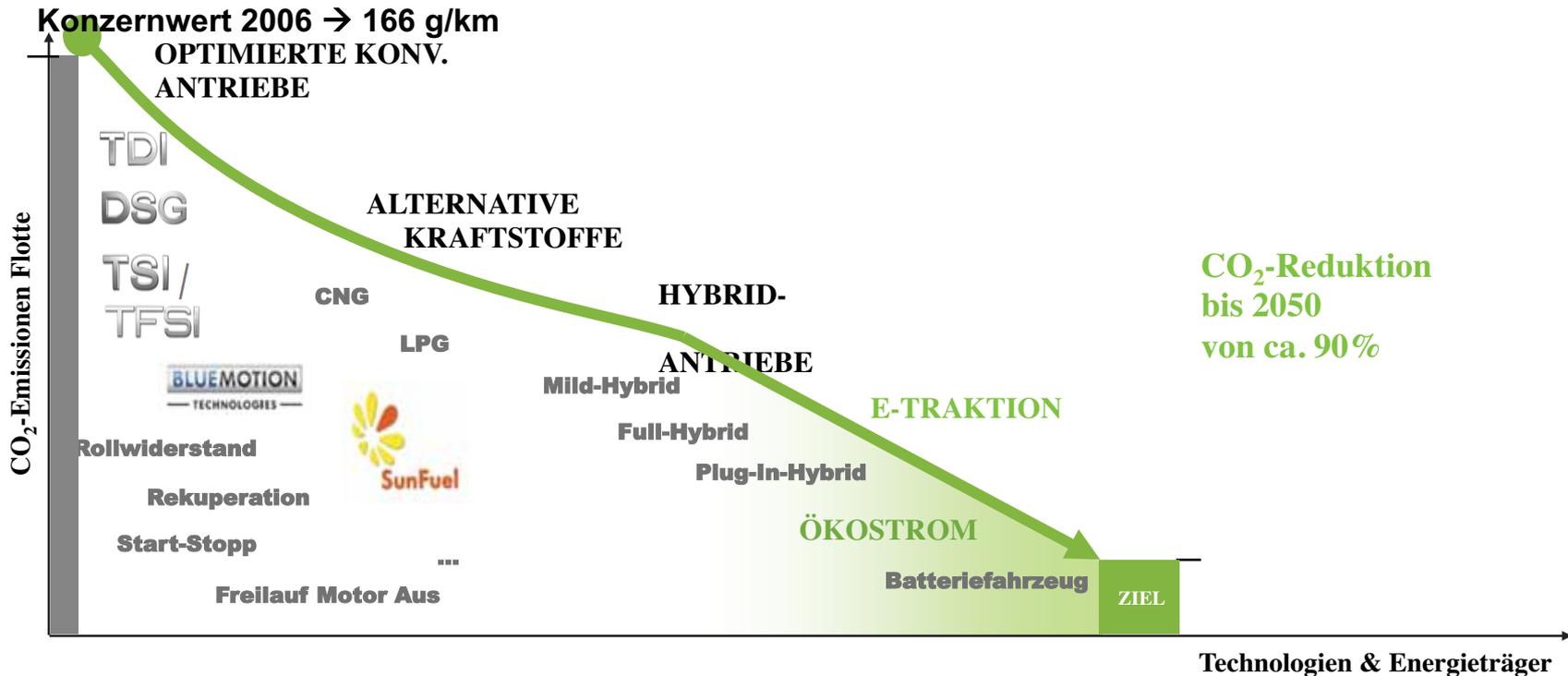
Klimawandel – Emissionen



Smog und Lärm in Megacities



Endlichkeit fossiler Ressourcen



* Gesamtziel; abgeleitet von politischen Zielen (EU, G8 Staaten)

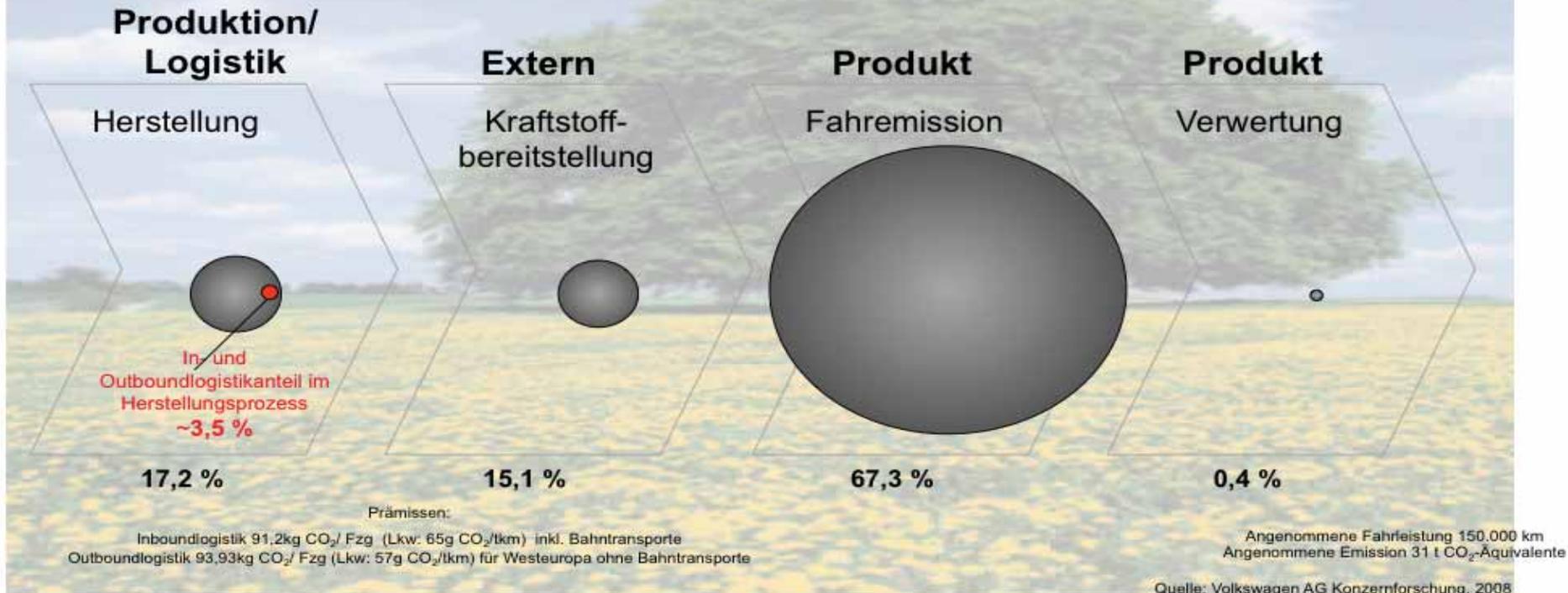
Corporate Social Responsibility (CSR): Verantwortung für den Lebenszyklus eines Produkts übernehmen!

VOLKSWAGEN
AKTIENGESELLSCHAFT

CO₂-Emissionen im Lebenszyklus eines PKWs



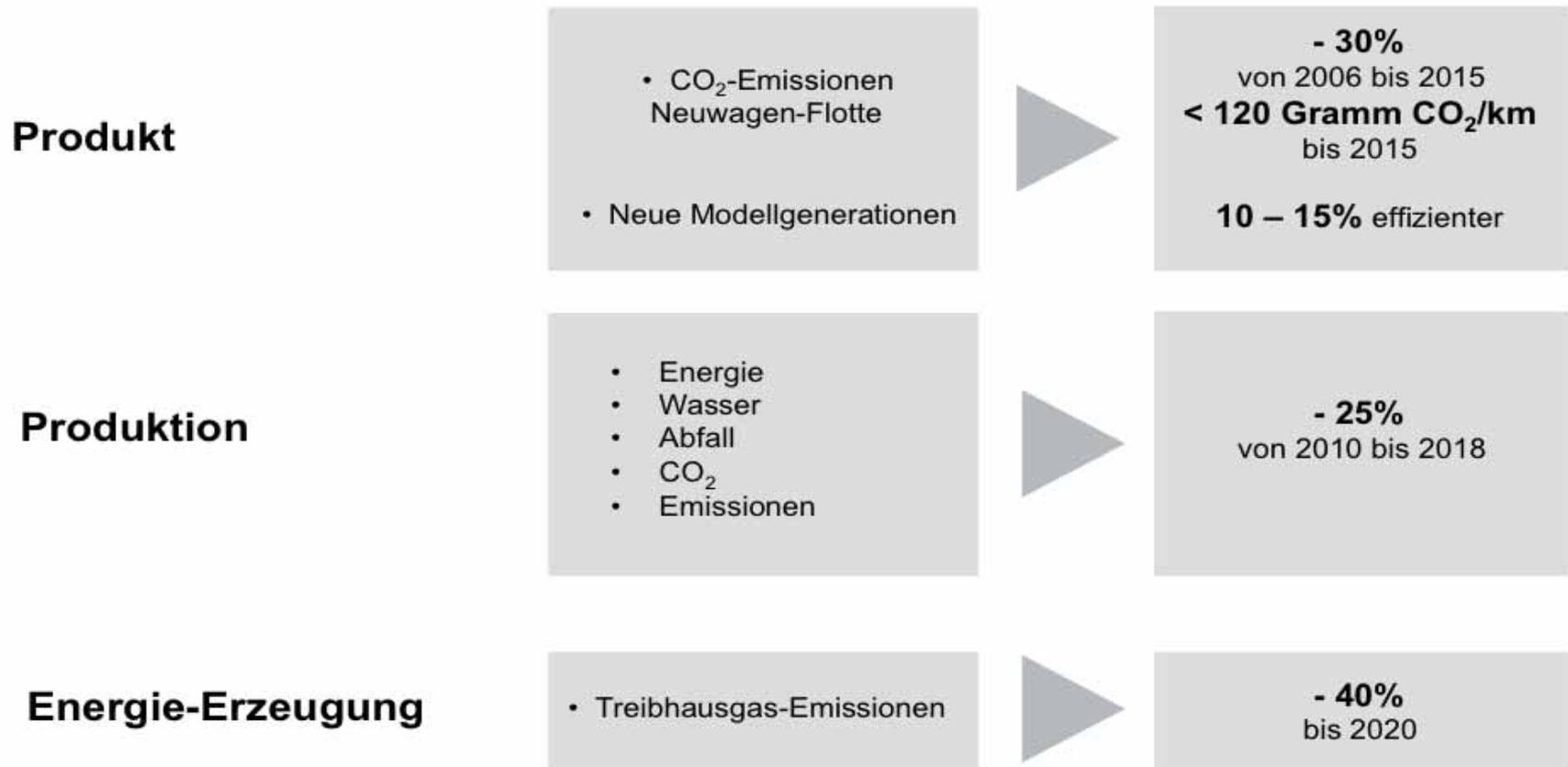
- Darstellung anteiliger CO₂-Emissionen der Logistik am Beispiel eines Golf 1,4 TSI mit DSG



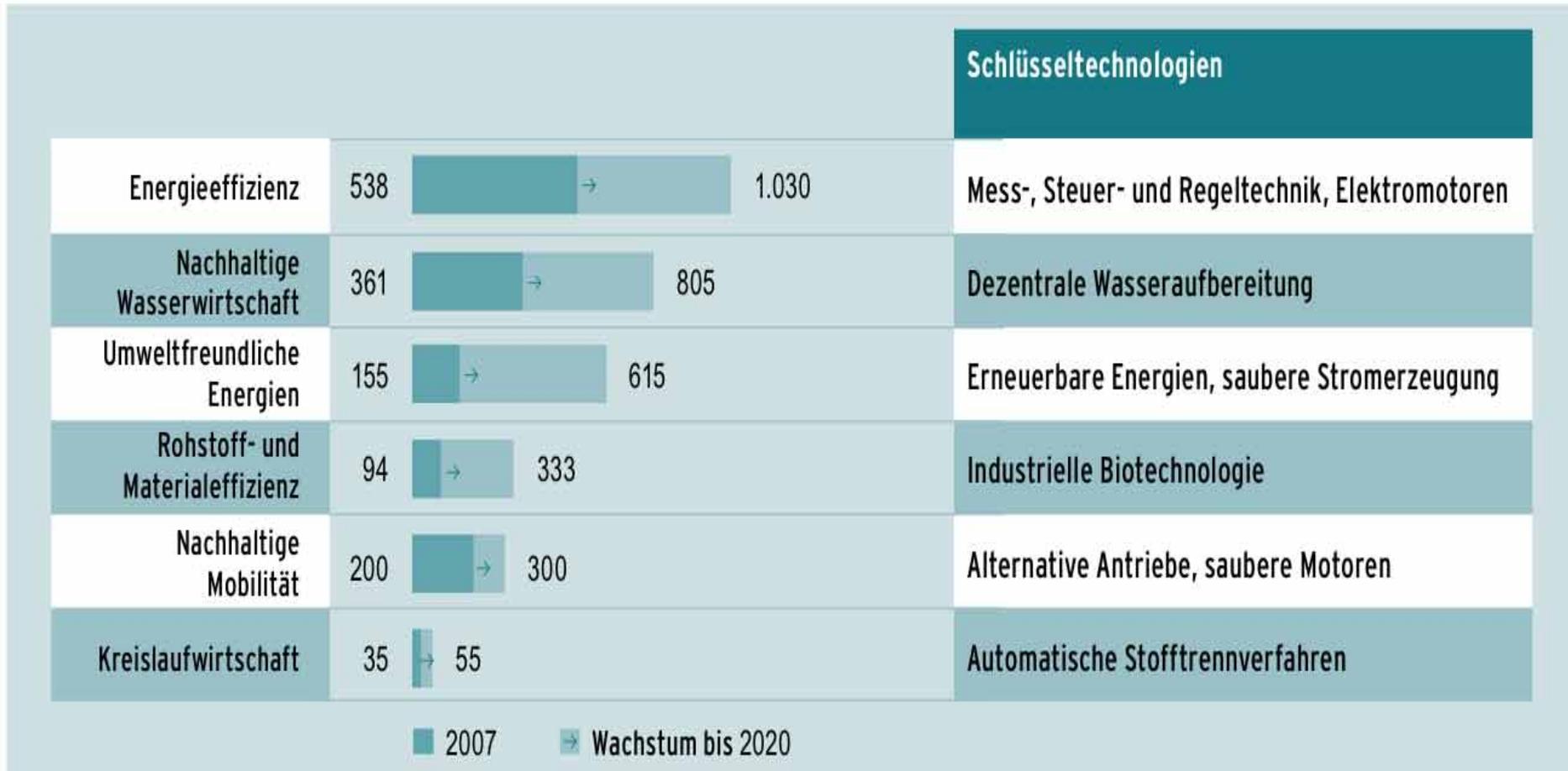
Wie weit reichen Selbstverpflichtungen der Industrie?

VOLKSWAGEN
ARTIENGESELLSCHAFT

Genf 2012: Volkswagen ökologisch Nr. 1 bis 2018

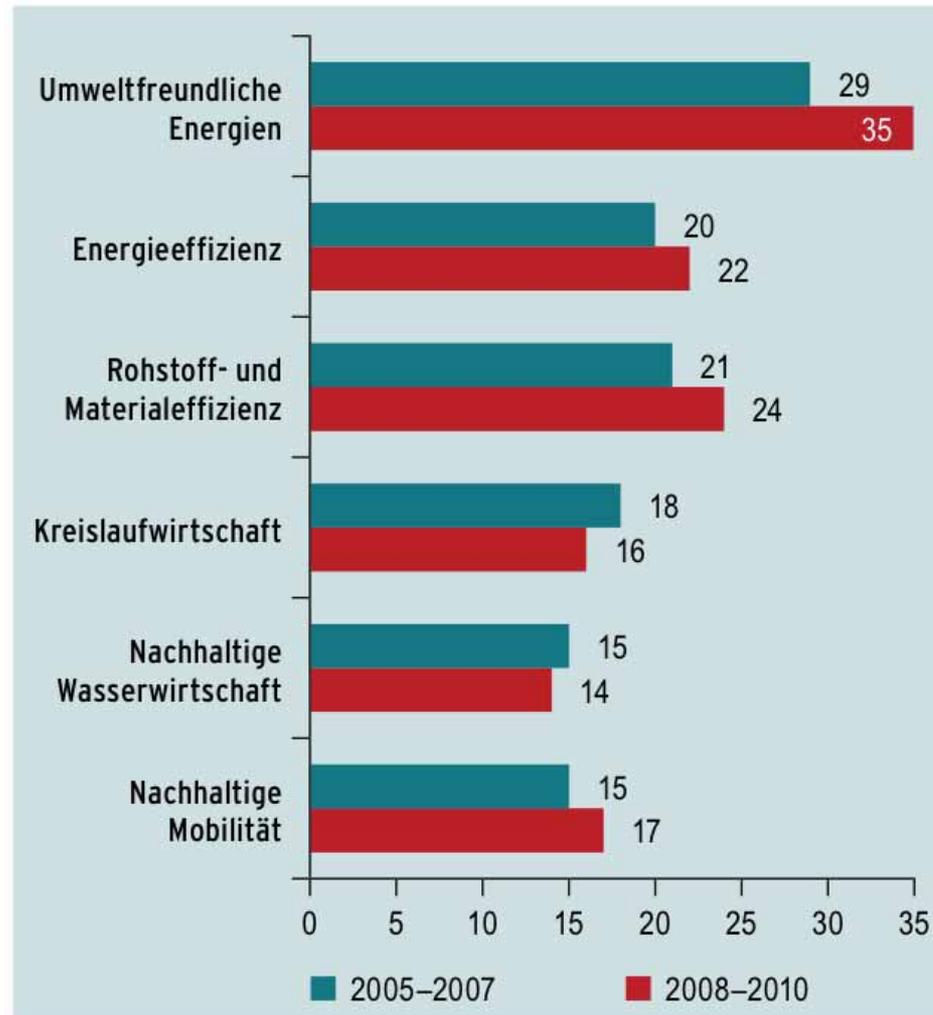


Wachstum des Marktpotentials für „grüne Leitmärkte“ (Welpotential 2007 - 2020: 1.400 - 3.100 Mrd.€)



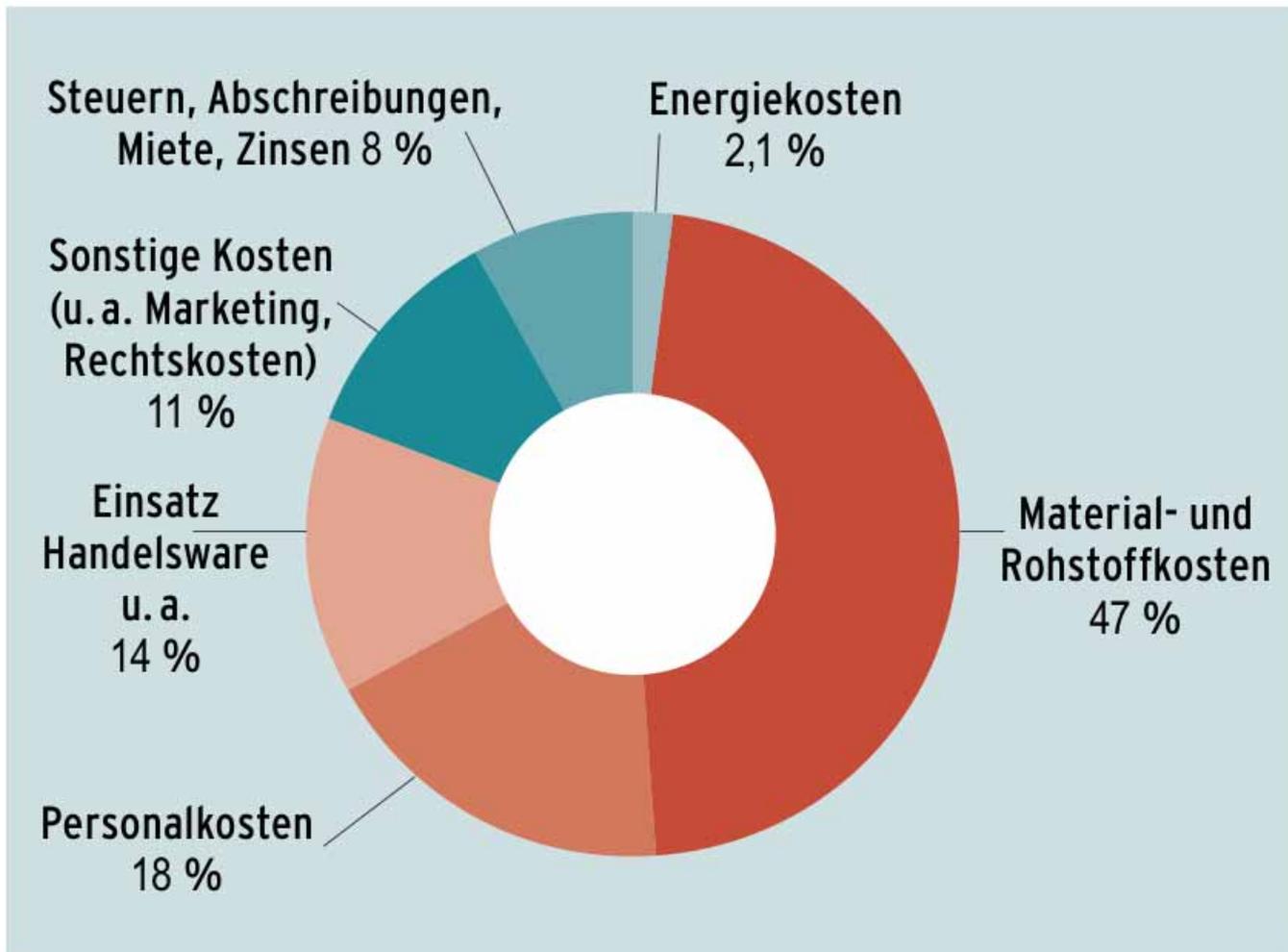
Quelle: BMU (2009b) In: UBA 2011, S. 115.

Umsatzwachstum deutscher Unternehmen auf grünen Leitmärkten (Weltpotential:2007 – 2020;1.400 - 3.100 Mrd. €)



Quelle: BMU (2009b), S. 19 In: UBA 2011, S. 116.

Kostenanteile am Bruttoproduktionswert im verarbeitenden Gewerbe in Deutschland 2008



Quelle: Statistisches Bundesamt (2010d) In: UBA 2011, S. 81.

Ein zentrales (Simulations-)Ergebnis des „MaRess-“Projekts: Integrierter Klima- und Ressourcenschutz ist eine Win-Win-Strategie

Forcierte Ressourceneffizienzstrategie (z.B. durch Baustoffsteuer, Recyclingquoten, Beratung und Anreize für KMU) **plus** Referenzpfad mit Klimaschutz (54% CO₂-Reduktion bis 2030) ergibt folgende Effekte:

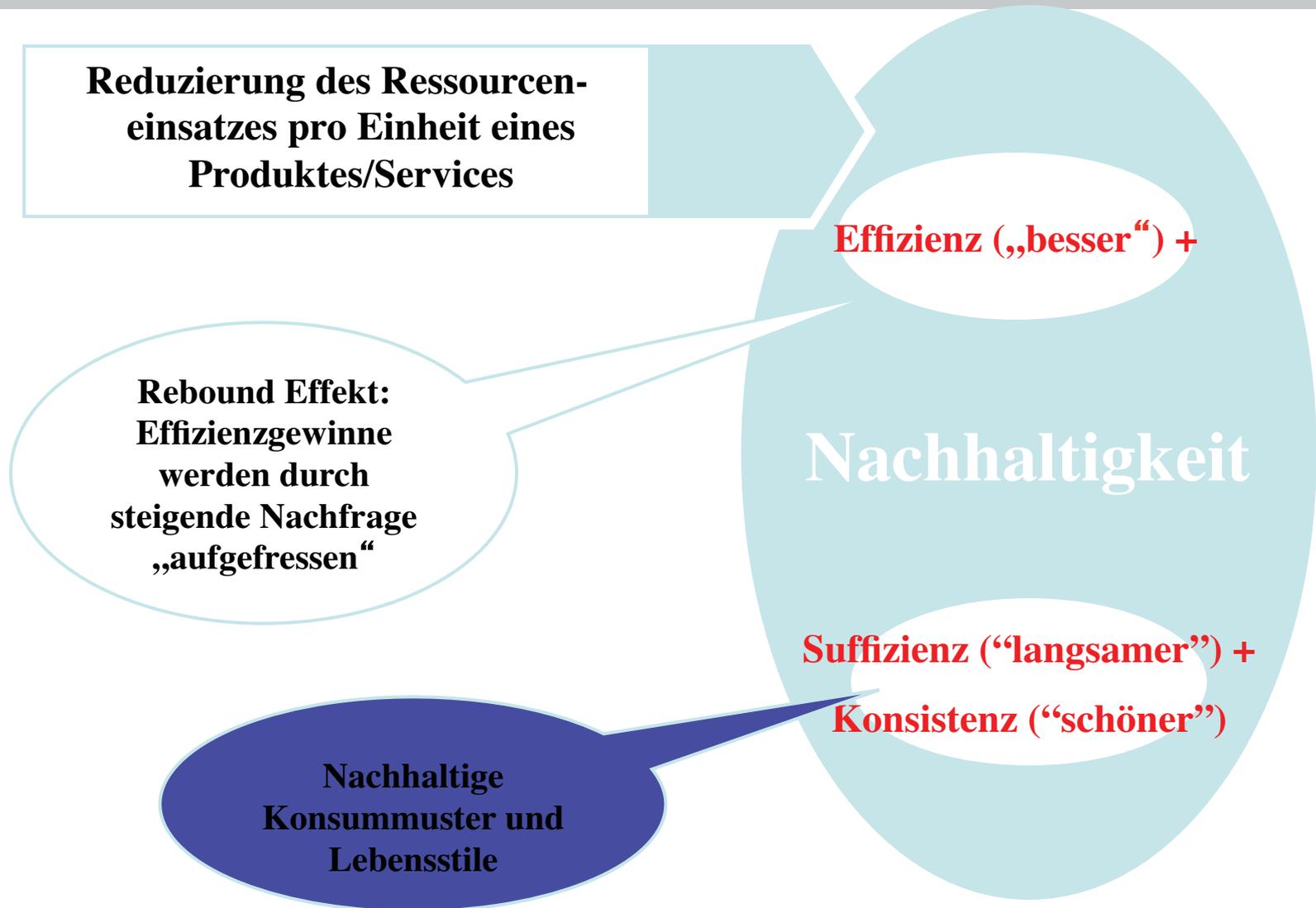
- Absolute Senkung des Materialverbrauchs um rund – 20 %
- Steigerung des Bruttoinlandsprodukts um rund + 14,1 %
- Erhöhung der Beschäftigung um 1,9 %
- Reduktion der Staatsschuld um 11,7% (- 252 Mrd. €)
- **Fazit: 1. Absolute Entkopplung TMR/BIP**

2. Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit

**Ist “effizient” auch “suffizient”?
Wohlstand mit mehr, weniger oder
“grünem” Wachstum?**

Wachstum frisst Effizienz : 25% weniger Rohstoffe pro \$ BIP, aber BIP wächst um 82% (1980-2000)

Immer mehr, schneller, weiter **oder** besser, langsamer, schöner?



Der sog. „Rebound – Effekt“ hat viele Facetten

„Luxus frisst Effizienz“

Basisinformationen Fernsehernutzung Deutschland

Mehrfachbesitz
Flachbild-TV
1,7 pro Haushalt

39,5 Mio. Haushalte
Davon 39% 1-Personen-H



Mind. 1 Gerät
96% der HH

Nutzungsdauer
225 Minuten

In einer wachsenden Anzahl von Haushalten:

- Stehen immer mehr Fernsehgeräte.
- Werden immer größere Fernsehgeräte gekauft.
- Werden die Fernsehgeräte immer häufiger genutzt.
- Werden Fernsehgeräte immer schneller ersetzt.
- Wird immer weniger für das Fernsehgerät ausgegeben.

Der sog. „Rebound-Effekt“ hat viele Facetten

„Prestige frisst Effizienz“



- **VW Käfer, 1955,**
730 kg, 30 PS,
110 km/h,
7,5 Liter/100km



- **VW New Beetle, 2005,**
1200 kg, 75 PS,
160 km/h,
7,1 Liter/100km

Durchschnittliche PS-Stärke der deutschen Autoflotte

1973: 60PS -> heute: 103 PS !

Fazit

1. Die Energiewende ist ein „**Generationenvertrag**“: Die (Mehr-)kosten von heute senken Kosten und Risiken für morgen
2. **Integrierter Klima- und Ressourcenschutz** ist mit dem Atomausstieg vereinbar und beschleunigt technische und soziale Innovationen
3. Die **vorübergehenden Mehrkosten** der Energiewende sind umso geringer je besser (Ressourcen-)Effizienz und Erneuerbare miteinander kombiniert werden
4. Die **makroökonomischen Vorteile** – sinkende Importabhängigkeit, steigende Wettbewerbsfähigkeit und mehr Beschäftigung – sind eindeutig
5. Die Energiewende ist **Lernfeld für die Ressourcenwende** und eine „große gesellschaftliche Transformation“ (Dezentralisierung, Demokratisierung, Partizipation...)



Wuppertal Institut
für Klima, Umwelt, Energie
GmbH

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Für mehr Informationen besuchen Sie bitte unsere
Website:**

<http://www.wupperinst.org>